من عجائب الطبيعة
(البراكين)

بكر محمد إبراهيم

الناشر

مركز الراية للنشر والاعلام

اسم الكتاب : من عجائب الطبيعة (البراكين)

بقلـــم : بكر محمد إبراهيم

الطبعة : الأولى ٢٠٠٥

الناشر : مركز الراية للنشر والإعلام

فكرة الكتاب : للناشر أحمد فكرى .

الاشراف والمتابعة : كريم أحمد فكرى .

رقم الإيداع : 4984/2005

الترقيم الدولى : 977.354.112.6

المقدمة

الحمد لله الذى أبدع الكائنات وخلق الأرض والسموات الذى يسبح الرعد بحمده والملائكة من خيفته .

وخلق فى السموات بروجا وقمراً منيراً وخلق فى الأرض رواسى لتثبت الأرض وأنزل من السماء ماء فسلكه ينابيع فى الأرض وجعل للأرض متنفساً من البراكين والغازات ، وهو القائل سبحانه وتعالى :

﴿ وما نرسل بالآيات إلا تخويفا ﴾

والصلاة والسلام على رسوله ونبيه ومصطفاه سيدنا محمد وعلى آله وصحبه ومن والاه .

وبعـــد ،،،

فهذا الكتاب من غرائب الطبيعة (البراكين) يتناول ظاهرة البراكين وكيف تحدث وأسباب حدوثها وتأثيراتها ومخاطرها وفوائدها، كما يتناول بالتفصيل والاسهاب كافة الظواهر الطبيعية من ثلج وبرد وأمطار وصواعق وأنواع الرياح والسحاب الثقال الممطر وغير الممطر.

والصخور والقشرة الأرضية وأنواع الصخور وكيف تكونت وكيف تكونت القارات ونظرية تزحزح القارات ومعادن الأرض الثمينة من ذهب وماس ويورانيوم وأحجار كريمة .

وغير ذلك من الظواهر الطبيعية وأسرار الأرض ومعارف جمة عن

علم الجيولوجيا علم طبقات الأرض فهو كتاب شيق ممتع يحوى الكثير من عجائب الأرض والبراكين والظواهر الطبيعية .

أرجو أن يعم به النفع والفائدة العلمية والمتعة العقلية والحمد لله ذى الجلال والإكرام .

مع أطيب تحياتى وتمنياتى بالسعادة والتوفيق ،،

المؤلف

بكر محمد إبراهيم

عضو اتحاد الكتاب

الكوكب غير الهادئ

منذ أن أخذت الأرض الشكل المعهود فى ظلمة الفضاء ، راحت قوى هائلة تعمل فيها، من الخارج ومن الداخل. ولم يعد الذى يجرى فى باطنها غير مدرك كما كان من قبل. ومن مفاهيمنا المستمدة من الزلازل وثورنات البراكين، راح الإنسان يدرك تقلبات كوكبه الغامضة.

نيران باطن الكره الأرضية :

حدث أن كانت أرضنا باردة إلى حد كبير، ثم صارت باردة حارة منذ أحقاب مضت، فوصلت درجة حرارة باطنها من أكثر من ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ سنتيجراد.

يعمل ستار الأرض وقشرتها كمادة عازلة، ولذلك فإن قليلا من الفيض الحرارى تسرب وظهر على السطح، ولكن النافورات الساخنة، وفورات الماء الساخن، بطريقة مصغرة، والبراكين بطريقة مكبرة ملفتة للنظر، كلها تنبىء عن الحرارة المنبثقة التى تسود تحت الأرض بعيدا عن قشرتها .

وتشتعل البراكين بنفس قوى الإحتكاك التى تحافظ على تلك الحرارة المحتبسة . ويتولد ما يتدفق منها إلى الخارج من حمم وغازات بالقرب من حافة الستار الخارجية.

وتندفع الصخور المنصهرة (ماجما حارة) إلى أعلى، سالكة فى العادة الشقوق التى تخلفها الزلازل، وأحيانا ينفجر البركان دفعة واحدة،

وقد يبقى أحيانا مدة طويلة داخل غرف واسعة فى القشرة، من قبل

أن يمر إلى السطح. ولكن حتى الآن ، لم يتوصل العلم إلى حقيقة ما يحدث الثوران البراكنى.

دقات الأرض النابضة :

من التجارب المعملية، ومن الأجهزة التى على شاكلة مقياس إجهاد الأرض للدكتور هوجو بنيوف بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (إلى أعلى)، تجمع العلوم معلومات متزايدة عن الزلازل، وتكشف بعض أسرار تمدد وتقلص القشرة الأرضية بطريقة مستمرة غير واضحة تماما. فالقمر مثلا، يولد المد والجزر على الأرض الصلبة، كما يفعل فى المحيطات تماما، مرتين فى اليوم.

ومع كل مد وجزر قد تصعد وتهبط أى نقطة على الأرض عدة سنتيمترات. وكذلك تستمر الأرض فى الإهتزاز بعد حدوث الزلازل العنيفة عدة أيام، بذبذبات كأنها ناقوس قد دق.

وتلك الذبذبات منخفضة جدا بحيث يتعذر سماعها، وتكون «النغمة» الواحدة ٢٠ جوابا تحت C الوسطى، ولكنها مع ذلك شديدة. وثمة من يقول أنها تحرك لب الأرض الداخلى بصفة غير مباشرة عبر كسر من السنتيمتر.

ومازال العلماء يدرسون الحركات الأخرى على طول خطوط الصدع، لأن تلك الدراسة فى رأيهم قد تساعد على التنبوء بمكان وزمان رجة الزلازل.

تتبع آثار الزلازل :

عندما يحدث الزلزال، تنتقل هزاته سريعا خلال جسم الأرض. وتلاحظ تلك الذبذبات بوساطة مسجلات الهزات الأرضية (السيسموجرافات)، التى لا تنقطع يقظتها المتسمرة فوق كل أنحاء الأرض، فتسجل الهزات الأرضية على هيئة خطوط غير منتظمة التعرج على ورق حساس (فى) أسفل. وبقرائة قراءات عدة محطات، يستطيع علماء الزلازل تحديد بعد مركز الزلزال وقياس شدته.

ولقد وجد علماء الزلازل، بما لديهم من شبكة الأرصاد العالمية، أن جسم الأرض أو كتلتها التى تبدو ظاهريا ثابتة وصلبة، إنما تتحرك بلا إنقطاع. ولقد رسموا كذلك أحزمة زلازل الأرض،

كما أكتشفوا حديثا أن الزلازل يمكن أن تحدث على أعماق سحيقة داخل الأرض. ولو أن معظم الزلازل -وأكثر الزلازل تخريبا - تنشأ على بعد عدة كيلو مترات أسفل السطح داخل القشرة الأرضية، وهناك عدد منها ينشأ على مستوى متوسط فى الستار -بين ٧٠ كيلو متر و٣٠٠ كيلو متر أسفل اسطح -ويصل عمق بعضها ٧١٨ كيلو متر، وتحدث كل هذه الزلازل العميقة هذه فى حزامين الزلازل الرئيسيين. ويأمل علماء الزلازل فى أن تؤدى دراسة تلك الإزاحات الأكبر عمقا، إلى تفهم الأسباب المترتبة عليها كل الزلازل، وأخيرا إلى فهم العلاقة القائمة بين قشرة الأرض والستار.

الموت من الأرض القاسية شديدة العنف :

إن القوى التى تسبب إلتواء قشرة الأرض مثل زمبرك ساعة التنبيه، طاقة متراكمة تنطلق فى النهاية وسط إنفجار فجائى عنيف، ويصحب الزلزال العظيم إنطلاق طاقة تفوق طاقة أعنف إنفجارات صنعها الإنسان.

وقد يتسع تلف تخريب الزلازل بسبب إنهيار الجبال، وحرائق المدن، وأمواج البحر العظمى، التى يمكنها تحطيم السفن، وإتلاف آلاف الكيلو مترات الممتدة من حركة الاضطراب.

وتدخل الزلازل ضمن أكبر نكبات التاريخ، إذ تشمل قائمة أشدها فتكتا، زلزال: ولاية شترى بالصين ١٥٥٦ -٨٣٠,٠٠٠ قتيل، كلكتا بالهند عام ١٧٣٧ ٣٠٠,٠٠٠ قتيل، إقليم كانسو بالصين عام ١٩٢٠ : ١٨٠,٠٠٠ قتيل، طوكيو باليابان عام ١٩٢٣ أكثر من ١٠٠,٠٠٠ قتيل.

وكانت خسائر زلزال سان فرانسسكو المشهور عام ١٩٠٦ قليلة نسبيا إذ بلغت ٤٥٢ قتيلا. وفى المتوسط تزيد ضحايا كل زلزال منها على ١٢,٠٠٠ قتيل، وقد دمرت غوائل الزلازل ميناء أغادير البحرى بمراكش عام ١٩٦٠، كما أكتسحت ريف شمال إيران عام ١٩٦٢.

التثقيب إلى حيث الستار :

ما إن حلت ليلة مارس ١٩٦١، حتى كانت إحدى جرارات المحيط تسحب صندلا صغيرا يخوض أمواج المحيط الهادى الثقيلة، على بعد نحو ٤٢٠ كيلومتر جنوبى لوس أنجولس.

وكانت تلك السفينة هى كاس ١، وقد تم إمدادها ببرج طوله ٣٢ متر إرتفع فوق سطحها، وماسورة ثقب من الصلب طولها خمسة كيلو مترات، ومقطعها ٢٠ مترا على ظهر السفينة.

وعند منتصف الليل تقريبا، أجريت مناورة للسفينة إلى حيث مركز حلقة من العوامات، ووقفت هناك، بينما برجها فى إنزال حفار مرصع بالماس نحو قاع المحيط، وكانت العملية من الإختبارات الحرجة لمشروع «ثقب موهول»، وهو مشروع عمل ثقب خلال القشرة الأرضية، للحصول على عينات من الستار، الذى لم يسبق أن رآه الإنسان. ولم يحاول أحد قط أن ينزل حفار خلال أكثر من ثلاث كيلو مترات من ماء البحر.

وكانت هناك شكوك فى أن كاس يمكن أن تظل ثابتة، بدرجة تكفى لإنجاز العمل من غير أن تنثنى أو تتحطم ماسورة الثقب.

ولكن لماذا الحفر فى قاع البحر؟ السبب أن سمك القشرة يبلغ خمسة كيلو مترات فقط فى قاع المحيط، بينما قد يصل سمكها نحو ٦٥ كيلو مترا تحت أسطح القارات.

وفى خلال أسبوعين من القلق والإنتظار، عملت كاس ١ خمسة ثقوب أختبارية، وبرهنت على أن الطريقة الفنية المتبعة كانت ممكنة. وسوف يحاول علماء مشروع (موهو) الأستمرار إلى نهاية الطريق، إلى حيث الستار فى غضون سنوات.

تشريح السموات

ما البحر الذى يغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية سوى ثانى أكبر الأشياء التى على الأرض. وأكبر منه إتساعا إلى مدى يفوق حدود المقارنة، محيط الغلاف الجوى ، الذى يتحكم فى حياة البشر وكل الكائنات الأخرى، كما يتحكم الماء فى حياة السمك. فمن غير الأكسجين الجوى ، تموت الكائنات الحية فى الحال تقريبا. ومن غير المطر، والتعرية، وتجوية الصخور (أو فعل الجو عليها)، لا تكون هناك تربة ينبت فيها الزرع.

ومن غير ثانى أكسيد الكربون، لا يمكن أن تنتج النباتات مركبات الكربون، وهى حلقة الأتصال الإبتدائى من سلسلة الغذاء التى تعتمد عليها حياة الحيوان كلها .

ومن غير مظلة الارتفاعات العالية من الأوزون، الذى يمتص الأشعة الفوق البنفسجية القادمة من الشمس، والتى تستقيم معها الحياة، لأصبحت حياة البشر -إذا وجدت- مختلفة تماما.

ومع ذلك هذه فقط قائمة جزئية بالخدمات المجانية التى يقدمها الغلاف الجوى، والتى يستمتع بها بلا مقابل ثلاثة آلاف مليون كائن بشرى، هم فى هذه اللحظة يستنشقون هواء الشهيق من ذلك الغلاف.

والجو عبارة عن خليط غير مرئى ، وربما غير ممكن أستنفاده من الهواء، وبخار الماء، والدخان، وذرات الغبار، مضافا إليه فى السنين الحديثة كميات من الجزئيات ذات النشاط الإشعاعى المنتشرة فى السماء بوساطة التفجيرات النووية.

وعند مستوى سطح البحر، حيث قاع محيط الهواء، يزن المتر المكعب من هذا الخليط نحو كيلو جرام، وكتلة الغلاف الجوى بأسره ٥,٧٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن، أو نحو جزء من مليون جزء من كتلة الأرض،

والقوة التى بها تمسكه الجاذبية وتبقى عليه فى مكانه، تجعله يعانى ضغطا مقداره كيلو جرام واحد على السنتيمتر المربع عند مستوى سطح البحر.

ويقاوم الجسم البشرى هذا الضغط أو الثقل، عن طريق بذل ضغط يساويه، ويتجه إلى الخارج لكى يوازن الضغط الجوى ويعادله، تماما كما يفعل السمك لكى يعيش تحت ضغوط أكبر بكثير فى أعماق المحيط . فسريعا ما تتناقص كثافة الهواء بازدياد الارتفاع، حتى تتلاشى فى الفضاء الحقيقى الذى بين الكواكب، ولكنه يبقى محسوسا بالقدر الذى يكفى لحمل الطائرات والبالونات نحو ٢٠ كيلو مترا .

وإلى حين أن أستطاع الإنسان وأجهزته ترك الأرض ليزيد من معلوماته، كان كل شىء خارج نطاق قشرة كوكبنا الرقيقة، المكونة من الهواء العادى الذى نتنفسه ، يسمى ببساطة «الأثير».

ومن أجل الحاجة إلى تسمية أكثر دقة، فى السنين الحديثة، كان من اللازم أن تخضع الآراء العلمية الخاصة بالغلاف الجوى لمراجعات سريعة ومتكررة، وفى أتجاه تعقيد أكثر على الدوام.

ومن بين الطرق المعاصرة لتقسيم وتصنيف السماء، أن نعمد إلى

تقسيمها إلى خمس مناطق فى أتجاه البعد عن سطح الأرض هى: التروبوسفير، والاستراتوسفير، والميزوسفير، والأيونوسفير، والأكسوسفير.

ويتركز ثلاث أرباع القدر الكلى من الغلاف الجوى فى الطبقة السفلى من التروبوسفير، كما تحدث فيها وحدها الشابورة الترابية، والغبار، وتثار السحب والعواصف، وتعيش فيها كل الأحياء.

وحدها الأعلى هو التروبوبوز، الذى تعينه تبادلات الهواء الساخن والبارد، على أرتفاعات تبلغ من الأنخفاض حدود ٨ كيلو مترات على الطبقتين، كما تبلغ من العلو أكثر من ١٦ كيلو مترا عند خط الأستواء. وفى داخل منطقة التروبوسفير، تهبط درجة حرارة الهواء.

كذاك مع الأرتفاع بمقدار ٦,٥ درجة سنتيجراد (لكل ألف متر فى المتوسط). ونظرا لأن التروبوبوز أقل أرتفاعا عند القطبين، أن درجة حرارته هناك تهبط فقط إلى حدود نحو ٥٠ درجة سنتيجراد تحت الصفر.

ولكن فوق خط الأستواء تهبط إلى ٧٣ درجة سنتيجراد تحت الصفر. وفى كل مكان داخل التروبوسفر يعتبر الهواء، سواء كان ساخنا أو باردا، جافا أو رطبا، سميكا أو رقيقا -مخلوطا ثابتا مكونا من: ٧٨٪ أزوت، و٢١٪ أوكسجين، ٠,٩٪ أرجون، ٠,٠٣٪ ثانى أوكسيد الكربون، مع آثار ضئيلة لستة غازات أخرى، بالإضافة إلى ما يحمله الهواء من قدر متغير من بخار الماء.

وعندما نبدأ من منطقة الأستراتوسفير الباردة، وهى طبقة ممتدة من ١٥ ألى ٢٥ كيلو مترا إلى أعلى، ومن الميزوسفير الكثر دفئا (١٠ درجة

سنتيجراد)، التى ترتفع إلى مستوى ٨٠ كيلو مترا، تحدث تغيرات كيميائية جوهرية فى الهواء. ففى الطبقة الأولى منها، يضاف غاز الأوزون إلى المخلوط الذى يكون الهواء.

وهذا هو نفس الغاز الذى يمكن تمييزه بسهولة بوساطة الشم عندما يتكون، ويلاحظ بوفرة من حول المولدات الكهربائية والأضواء فوق البنفسجية، وهو عبارة عن «أوكسجين ثقيل»، لأن كل جزىء منه يحتوى على ثلاث ذرات أوكسجين.

وهو يتكون عندما يمر تفريغ كهربائى، أو تمر أشعة فوق بنفسجية قوية خلال الأوكسجين العادى. وفى جو الأرض العلوى، يمتص الأوزون كثيرا من الأشعة الفوق البنفسجية التى تتدفق نحو الأرض مقبلة من الشمس.

وفى كل ثانية تمر، يقبل تريليون جسيم أولى من الأشعة الكونية من على بعد كبير من خارج المجموعة الشمسية، ويعبرها ليصل إلى جوار الأرض، محملا بقوة كلية تربو على ألف مليون وات. وعندما تتصادم مع مكونات جو الأرض من ذرات وجزيئات، يحدث ذلك التصادم رخات بين الجسيمات الثانوية.

وهذه (الثانويات) هى التى تستمر فى سيرها هابطة إلى سطح الأرض. وخلال كل ست دقائق، يرتطم بكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض، ثمانية من هذه الجسيمات الأولية. وعلى ذلك فإن ألوفا منها ترتطم بجسم الإنسان فى كل ساعة.

ولهذه الجسيمات قوة إختراق عظيمة، ولا مفر من التعرض المستمر للقذف بها، ولكن شكرا للجو الذى يحمينا، ويقف كسد حاجز لا يعود علينا بالضرر، بل ولا يحس الأحياء بسلطانه. ولو كانت تلك الجسيمات أشعة كونية أولية، لنجمت عنها آثار قاتلة فتاكة.

وعندما نبدأ من على أرتفاع ٨٠ كيلو مترا، وتنته إلى علو يمتد من نحو ٥٥٠ ألى ١٠٠٠ كيلو متر فى الجو، حيث تحدث تغيرات أساسية فى الهواء، نجد أن الأشعة السينية، بالإضافة إلى الأشعة فوق البنفسجية المقبلة من الشمس، تعمل على تأين الغاز المخلخل، وتولد ذرات وجزيئات مشحونة بالكهرباء (بدلا من الذرات والجزيئات المتعادلة)، بالإضافة إلى الكهارب الحرة الطليقة.

وفى هذه المنطقة فى الأصل طبقة من الأوكسجين، وترتفع درجة الحرارة إلى حدود ١١٠٠ درجة سنتيجراد. إلا أن الهواء يبلغ أكبر قدر من الرقة وقلة الكثافة -طبقة الأيونوسفير بأسرها، رغم ضخامتها، تحتوى فقط على ٠,٠٠١ فى المائة من حيث الوزن من الغلاف الجوى .

حتى أن درجة الحرارة هنا لها مغزى، ومعنى صغير، من حيث التأثير هلى الأجسام، وذلك نظرا لأنه لا يستطيع أى جسم ساكن داخل هذه الطبقة أن يمتص قدرا كبيرا من الحرارة من الغاز المخلخل .

ومنذ العديد من عشرات السنين، عرف الإنسان رد طبقة الأيونوسفير للأمواج الراديوية، وبهذه الوسيلة أمكن إنجاز الإذاعات بعيدة المدى، وكذلك عرف الخدمات التى تقدمها الطبقات الكثيفة الدنيا، تلك التى تحول إلى رماد كل ملايين الشهب تقريبا التى تمطر سماء الأرض يوميا متثاقلة إلى

الأرض. وظل الأمر هكذا حتى بدأ الإنسان غزو ذلك الحاجز ودراسته، باستخدام الصواريخ أثناء وبعد السنة العالمية لطبيعيات الأرض، فاستطاع جمع معلومات حقيقية عن الأكسوسفير.

وهى الطبقة المعروفة باسم الماجنيتوسفير، واعتبرت بمثابة المصيدة الجبارة التى تحتبس جسيمات تحت الذرة المقبلة من الشمس. وفى نفس الوقت تقريبا، تمخضت عمليات سبر غور الفضاء البعيد عن معرفة بعض الأشياء عن تركيب الأكسوسفير. هناك طبقة سمكها ١٥٠٠ كيلو متر من غاز الهيليوم المتفوق والمنتشر فى خفة ورقة، تحيط بها طبقة من الأيدروجين تمتد إلى ما بعد ٦٥٠٠ كيلو متر أخرى، قبل أن تتضائل متلاشية إلى خلو الفضاء وعمقه.

وفى الأكسوسفير تكون الذرات والجزيئات بعيدة عن بعضها بعضا بعدا كبيرا، بحيث إنها قلما تتصادم، وفى الحقيقة يفلت بعضها من الأرض إلى ما شاء الله.

ومن هذه الرحلة السريعة، مبتدئين من الداخل متجهين إلى الخارج، يتضح أن الجو لا يمكن أن يكون خاملا خامدا. فعمله الأكبر ، من بين الكثير من الوظائف الأخرى، أن يفيد كآلة عظمى، مستخدما الإشعاع الشمسى كمصدرا للطاقة، بغية إطلاق تيارات الهواء التى تجرى منسابة ومولدة الدوامات من حول الأرض.

وبمعنى آخر أن غلاف الأرض الجوى هو الذى يولد الرياح، ومن ثم الطقس. ولكى نفهم الطريقة التى تعمل بها تلك الآلة علينا أن لا ننسى أنه فى كل درجات الحرارة، تشع كافة الأجسام موجات كهرومغناطيسية من

نوع أو آخر وحسب ترتيب أطوال الموجات ترتيبا تنازليا، تتضمن تلك الإشعاعات موجات راديوية، (طويلة وقصيرة منحدرة إلى الموجات الدقيقة المستخدمة في الرادار)، وموجات تحت حمراء، وموجات الضوء المرئى، فالأشعة فوق البنفسجية، فأشعة أكس، أو السينية، ثم أقصر الموجات كلها أو أشعة جاما

ولكل هذه الموجات نفس الصفة الطبيعية، ولكن أطوالها المتباينة تجعلها تسلك سلوكا مختلفا. فكلما كان الجسم أكثر حرارة، كلما إزدادت كمية الطاقة الكهرومغناطيسية التى يشعها، وقصرت متوسطات أطوال موجات تلك الطاقة. ودرجة حرارة سطح الشمس هى بحيث أن أكبر قدر تشعه من الطاقة يقع فى مدى أطوال موجات الضوء المرئى. ومع ذلك، فإن التروبوسفير -حيث فى حدوده يحدث ما نسميه بالطقس -لا يتأثر مباشرة بهذه الأشعة الضوئية.

وعوضا عن ذلك، فإن كل ما يهرب من الإشعاع الشمسى يعكسه فى الفضاء ثانية الغبار والسحب، أو تمتصه طبقة الأوزون، ويمر مباشرة خلال طبقات الجو السفلى، إلى أن يرتطم ويدفىء الأرض وسطح المياه.

وتتقبل الأرض هذه الأشعة الشمسية، وتقوم بدورها بقذف إشعاعات معظمها من الموجات الطويلة من الأشعة تحت الحمراء. ويعد كل من ثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء، فى هذا الجو، من أحسن الأشياء التى تمتص تلك الأشعة

وكنتيجة لهذا، فإنهما يتضمنان تقريبا مثل هذه الطاقة التى تشع من سطح الأرض وبهذه الطريقة فإن التروبوسفير بجملته يغدو ساخنا.

والمصدر الأساسى لهذه الحرارة هو الشمس، لأن أشعتها تدفىء سطح الأرض، وتحتفظ بإشعاعتها تحت الحمراء. ومهما يكن من شىء، فإن حرارة الجو الفعلية تكون من أسفل، وليس من أعلى، كوعاء موضوع على موقد.

على أن أشعة الشمس لا تدفىء كل مكان فى الأرض بطريقة منظمة، ومن ثم فإن سطحها ليس متساوى الإشعاع فى كل بقعة. وكما سبق أن رأينا، فإن أشعة الشمس تصل إلى الأرض متعامدة تقريبا على المنطقة الأستوائية، ولكن بزاوية منفرجة قرب القطبين.

ولهذا كان الهواء الأستوائى أكثر دفئا من نظيره القطبى . وإن هذا الفرق فى درجة الحرارة هو الذى يحول الغلاف الجوى إلى آلة حرارية، تدفع بالرياح إلى مسالكها.

وإذا لم تكن الأرض تدور وتلف، لأنطلقت تلك التيارات الهوائية تسرى فى إنتظام كامل: يرتفع الهواء الساخن قرب خط الأستواء منسابا نحو القطبين، بينما يهبط الهواء البارد عند القطبين منطلقا نحو خط الأستواء، فى دورة مستمرة تدأب على إنجاز ذلك التبادل. ولكن دوران الأرض يغير هذا النمط البسيط فى نصفى الكرة الأرضية. فعندما نبدأ من القطبين متجهين نحو خط الأستواء، نجد أن هناك أولا سحبا أو إزاحة للهواء نحو الغرب فى طبقاته السفلى.

ثم إزاحة نحو الشرق فى العروض الوسطى، وأخيرا إزاحة أخرى نحو الغرب قرب خط الأستواء. والنمط الذى يمثل سلوك الهواء فى نصف الكرة الأرضية، هو صورة كاملة لنمط سلوكه فى النصف الآخر: تهب

الرياح الشمالية فى المناطق المدارية الشمالية -الرياح التجارية- من الشمال الشرقى، بينما تهب نفس الرياح الشرقية جنوبى خط الأستواء من الجنوب الشرقى.

وأصل تسمية «الرياح التجارية» يرجع إلى عصر السفن الشراعية، عندما كانت تلك الرياح الثابتة هى أساس التجارة عبر المحيطات.

ولا تشترك الرياح الغربية، التى تهب على العروض الوسطى، مع الرياح التجارية فى أنتظامها ثبوتها. فهى، بدلا من ذلك، تنقسم إلى دومات كبرى عظيمة الأرتفاع، كما تمتد أفقيا عبر آلاف الكيلو مترات.

ومن تحت هذه الدوامات العظمى (يوجد منها على كل نصف كرة من ٣ إلى ٦ فى أى لحظة معينة) دوامات أخرى عديدة أصغر، تنشط خلال ساعات قليلة أو أيام قبل أن تمضحل ليحل غيرها محلها.

والدوامات الأكبر أثر مكثا وبقاء. وقد تتحرك إحداها نحو الشرق، فتظل عدة أسابيع من قبل أن تفقد معالمها وسط الحركة غير الإنسابية العشوائية. وإن مولد ونمو هذه الرياح الدوارة هما المسئولان عن تغيرات الطقس فى عروض الأرض الوسطى.

والدوامة الأصغر، التى تتولد حول مركز ضغط جوى خفيف، تكتسب حركة دوران وتبد فى اللف ضد إتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى، ومع عقرب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى، وتسمى مثل هذه الدوامة الدوارة باسم (السيليكون) والإنخفاض الجوى العرضى، ولكن ليس من الضرورى أن تعطى الرياح العاصفة نفس الأسم. وتهىء لنا هذه

الدوامة، فرصة مراقبة الآلة الجوية وهى تعمل على مقياس صغير. فلماذا يلف السليكون؟

للإجابة عن ذلك، نقول أن الهواء الذى فى مركزه يكون أخف -أقل ضغطا- بينما الهواء المحيط بالدوامة هواء أثقل -أعلى ضغطا- وعلى ذلك ينطلق الهواء الأثقل إلى الداخل، نحو المركز.

ويسبب دوران الأرض إنحراف هذه الحركة المتولدة إلى الداخل. وعندما ندرس الحالة العكسية، التى تتولد فيها الدوامة من حول كتلة هوائية عميقة وعظيمة الكثافة، وضغطها أعلى من الهواء الذى يحيط بها، يسرى الهواء مندفعا إلى الخارج بعيدا عن مركزها،

ويكون اللف فى الأتجاه المضاد تماما لأتجاه اللف فى الحالة الأولى، وتعرف هذه الدوامة باسم (الأنتيسيكلون)، أو منطقة الرتفاع الجوى.

وتعتبر دوامات الهواء العظمى أكبر العلامات وأهمها على خرائط الطقس. وكثيرا ما تكتسح الولايات المتحدة فى الشتاء ارتفاعات جوية مقبلة من كندا، تتميز بعظم الجفاف والبرودة، وعندما تحل مثل هذه الكتلة الهوائية فوق منطقة ما، يصبح الطقس تبعا لها باردا والسماء صافية، مع أحتمال إثارة بعض السحب الركامية بعد الظهر، بسبب تسخين الأرض بوساطة الشمس.

وفى الصيف كثيرا ما تسود الأنخفاضات الجوية العرضية الرطبة المقبلة من خليج المكسيك، وتتحكم فى جو شرق الولايات المتحدة ، فتعطى أياما ساخنة رطبة، هواءها ساكن.

والخط الذى يفصل بين كتلتين من الهواء تختلف درجة حرارتهما، يسمى (الجبهة). وتمثل الجبهة الباردة الهواء البارد، الذى يحل محل الهواء الساخن نسبيا.

وتتحرك الجبهة الساخنة بحيث يحل الهواء الساخن محل البارد. ويبرد الهواء الساخن الموجود على إمتداد أى جبهة منهما نتيجة الأرتفاع، مكونا السحب ومسببا هطول المطر. وسترى هذه الظاهرة بأجلى معانيها على الجبهة الباردة، التى تعطى عواصف أكبر عنفا.

ومن أهم الحادثات الجوية الملفتة للنظر، اقتراب ومرور جبهة من الجبهات. وعلامة أقتراب الجبهة الساخنة ظهور سحب السمحاق (ذيول المهر) فى أعالى السماء.

وتمثل تلك السحب الأبخرة المتكاثفة عند الأطراف المتقدمة للهواء الساخن المقبل، الذى ينساب فوق الهواء البارد العائد. وسريعا ما تغطى السماء طبقة رقيقة من السمحاق الطبقى لبنية اللون.

وما أن تمضى عدة ساعات، حتى تظهر سحب رمادية اللون منذرة بالسوء من الموع الطبقى متوسط الأرتفاع، يعقبها المزن الطبقى السميك، المنخفض المعتم، الذى يظلم السماء، ويبد هطول المطر.

وأخيرا يحل الهواء الساخن كلية محل الهواء البارد، من أعلى إلى أسفل، ومن ثم تثبت درجة الحرارة، ويتوقف هطول المطر، ويكاد يثبت الطقس، أو يظل على وتيرة واحدة إلى حين وصول الجبهة التى يليها.

وعندما تصل الجبهة الباردة، يكون تتابع الحوادث أسرع أكثر

وضوحا. فالهواء البارد المقبل يكون أثقل من أن ينساب فوق الهواء الساخن أثناء إنطلاقه، وبدلا من ذلك يتدفق من تحته. ويتكاثف الهواء الساخن الرطب نتيجة رفعه إلى أعلى بوساطة كتلة الهواء البارد المتقدمة، مكونا صفا رأسيا عظيما من سحاب المزن الركامى .

وتظهر الجبهة الباردة عندما تكون واضحة المعالم على هيئة خط الهبوب، وتكون صورة مميزة له السحب الداكنة المثارة على خط مستقيم كالمسطرة من الأفق إلى الأفق، وهى تتقدم مكتسحة السماء من الغرب أو الشمال الغربى .

وما أن تدخل أو تحل، حتى تعانى الرياح تغيرا سريعا من الجنوب الغربى إلى الشمال الغربى ، وتهبط درجة الحرارة، ويبدأ هطول وابل من المطر، تسبقه نفحات رياح شديدة غير منتظمة، وقد تحدث عاصفة رعد شديدة، فتضيف الصوت والضوء إلى تتابعات درجة الحرارة.

وبعد مضى نصف ساعة أو نحو ذلك، يكون خط الهبوب قد قارب الأختفاء بعيدا عن النظر نحو الشرق، بينما تظهر سماء صافية فى الغرب، وتهب الرياح الشمالية الغربية بإنتظام أكبر، كما تصبح جافة باردة.

ويسود طقس يتميز بصفاء السماء. وبطبيعة الحال لا تجلب كل الجبهات الباردة معها مثل هذه الظواهر المميزة، لكن هذا النمط يألفه سكان القرون الوسطى.

وأحيانا يكون الجو المضطرب غير المستقر الذى فى جوار خط الهبوب، دوامة من الهواء سريع الدوران. وتظهر الدوامة على هيئة سحابة

كالقمع الضيق الذى يمتد إلى الأرض، ولكن أبسط ما فيه أنه يحتوى على رياح تبلغ سرعتها مئات الكيلو مترات فى الساعة.

وتسمى الدوامة التى من هذا النوع باسم (التورنادو) على الأرض، ونافورة الماء فوق المحيط. ونحن لا نعزف إلا القليل جدا عن الحالات التى تسود داخل الرياح الدوارة، نظرا لأن أى جهاز قد يوجد فى مسارها يصيبه التلف والتدمير على الدوام.

ولقد عاش قليل من الناس ممن شاهدوا عيانا مثل هذه الرياح الدوارة، وتحدثوا إلينا فى شأنها. وأحد هؤلاء هو ويل كيلر، فلاح من ولاية كانساس، الذى تجرأ على أن يخرج من مخبأه الخاص بالأعاصير، عندما أجتاح المنطقة تورنادو عام ١٩٢٨، فوجد من فوقه الدوامة المفرغة التى بلغ عرضها ٢٠ مترا إلى ٤٠ مترا، بينما أضاءت جدرانها شرارات البرق المتعرج.

وكانت هناك دوامات صغيرة تتكون داخل الدوامة الرئيسية، وترسل أزيزا صاخبا كلما أنفصلت عن الدوامة الرئيسية. وفى عام ١٩٥٥، اعترضت طريق أحد سائقى السيارات سحابة تراب سميكة، وهو فى طريقه بالقرب من سكوتسبلف بولاية نبراسكا.

وعندما تأكد من أنها لم تكن سحابة تراب عادية، أوقف عربته. وبعد ذلك ورد فى تقرير بمجلة (منثلى وذر رفيو)، التى ينشرها مكتب الأرصاد الجوية ما نصه : «حدث دوى وهدير، وتحطم الزجاج، عندما طاحت الأقدام والنوافذ... وقد جذب رأس زوجته فى حجره، وانثنى من فوقها لكى يحمى

وجهيهما. ومرت لحظة من السكون النسبى، فرفع رأسه لينظر من زجاج النافذة المحطم، فرأى ألواحا كبيرة، فروعا من الشجر، وصخرة سائبة فى مثل حجم رأس الرجل، كلها تطفو من حول العربة...

وحدث أرتطام بالأرض، وهذا كل ما وعاه وتذكره عندما أفاق من إغمائه فى إحدى المستشفيات. وفى واقع الأمر، قذف الإعصار بالأثنين معا بعيدا عن العربة... ويلوح بأن الزوجة ماتت فى الحال. وطويت العربة، وتحولت إلى كتلة من المعدن عديمة الشكل».

وفى العادة يبلغ عرض التورنادو بضعة مئات الأمتار، وهى تنتقل متحركة بسرعة ربما تكون ٤٠ كيلو متر فى الساعة، خلال مسافة تتراوح ما بين ربع الكيلو متر إلى ١٥٠ كيلو مترا أو أكثر من قبل أن تتلاشى.

وربما كانت مناطق الولايات المتحدة الوسطى هى أكثر أجزاء العالم تعرضا للتورنادو، فهناك تتكون تلك الأعاصير بسرعة عظيمة، من غير أن يتوقعها أحد، لدرجة أن الحماية منها تتوقف أساسا على النزول إلى مخابىء قوية ضد الإعصار، كلما ظهرت عاصفة رعد.

وفى العادة تكون نافورات المياه أكثر إعتدالا من التورنادو، رغم أنها تسطيع أيضا إحداث تدميرات عنيفة. ويحتوى الجزء الأسفل من نافورة الماء على بعض المياه المالحة المسحوبة إلى أعلى من البحر الذى من تحتها، ألا أن معظمها مكون من الماء العذب، الذى يتم تكاثفه من السحب التى تكون بناءها الأساسى.

وهناك بقاع عديدة تشاهد فيها رياح محلية متنوعة وغريبة، تكاد لا

تتصل بدورة الرياح العامة على الأرض. ومن الأمثلة البسيطة على ذلك، نسيم البر والبحر المألوف على السواحل. والسر فى وجود هذه الرياح هو حقيقة أن درجة حرارة سطح المحيط تظل ثابتة تقريبا، بينما درجة حرارة سطح الأرض قد تخضع لذبذبات واسعة.

وفى اليوم الحار يصبح الشاطىء ساخنا، بحيث يرتفع الهواء الذى من فوقه، بينما الهواء الأبرد والكبر كثافة الذى فوق الماء -نسيم البحر- يهب ليحل محله.

أما أثناء الليل، فإن الساحل يبرد سريعا، وتتعكس دورة الهواء. فالهواء الذى على الأرض يكون آنئذ أكثر كثافة، فيهب نسيم الأرض إلى البحر.

وأكبر أفراد أسرة نسيم البر والبحر، تلك الرياح التى نسميها الرياح الموسمية فى أسيا، وهى تخضع للتباين فى درجات الحرارة بين الأرض والبحر فى الصيف وفى الشتاء، بدلا من أثناء النهار وأثناء الليل. ففى الشتاء تكون الهضبة الأسيوية عظيمة البرودة، بحيث يصير الهواء السائد فوقها أكبر كثافة بدرجة كبيرة من الهواء السائد على بحر الصين والمحيط الهندى إلى شرقه وجنوبه.

وعلى ذلك تهب رياح منتظمة جافة باردة من اليابس إلى الماء على طول الساحل من أكتوبر إلى إبريل، ويجرفها دوران الأرض لتصبح رياحا شمالية شرقية فى بحر الصين، والجزء الشمالى من المحيط الهندى .

أما فى الصيف، فإن أسيا تسخنها أشعة الشمس فيرتفع الهواء الذى

عليها، بينما ينطلق نحوها الهواء الأبرد من المحيط. وتجلب معها الرياح الموسمية الصيفية هواء التقط الوفير من بخار الماء أثناء مروره على البحر.

وما أن يدخل جنوب شرق أسيا، حتى يصيبها بوابل من الأمطار التى تهطل فوق مساحات واسعة.

والمناخ الموسمى من هذا النوع، لا يكون فيه الطقس إلا من نوعين: الطقس الرطب فى الصيف، والجاف فى الشتاء، وهذا يختلف تماما عن تتابع التقلبات الجوية، فى مناطق العروض الوسطى.

وهناك رياح محلية أخرى، تتحكم فيها طبيعة السطح ودرجة الحرارة. فقد يحدث أن يراق الهواء البارد الجاف على سلسلة جبلية فجأة، بعد تجمعه على جانب هبوب الرياح من السلسلة لفترة من الزمن، فيتدفق هابطا من الوديان المتاخمة بقوة عظيمة. ورياح المسترال تتكون من هواء بارد مصدره ثلاجة الرون، تتدفق منسابة أسفل وادى الرون إلى البحر معظم العام.

بينما رياح البورا فى الأدرياتيكى تتبع مصدرا مشابها فى جبال يوغسلافيا. وجغرافية البحر المتوسط، الذى تحف به الجبال العالية فى الشمال، والصحراء الساخنة فى الجنوب، هى المسئولة عن هبوب عدد من الرياح المحلية الملحوظة.

فأحيانا تهب رياح ساخنة من الصحارى هى السيروكو، وتتجه شمالا عبر البحر المتوسط، فتسبب تراكم مقادير من بخار الماء كافية لجلب المطر إلى صقلية وساحل إيطاليا.

ولأولئك الذين يعيشون على سواحل محيطات العالم عذرهم الوجيه فى الخوف من دخول الخريف، عندما يبد احتمال الأعاصير الإستوائية على البحر، ثم تكتمل نموها أثناء مرورها فى حوزة الرياح التجارية، وتسبب التلف والدمار عندما تكتسح الأرض وما عليها.

وفى أغلب الأحيان يكون هدف الأعاصير الأستوائية هو الشواطىء الغربية لشمال الأطلنتى، وشمال وجنوب الهادى والمحيط الهندى، ولكنها غير معروفة فقط فى جنوب الأطلنطى والجزء الشرقى من جنوب الهادى.

وهذه الأعاصير الأستوائية الجبارة نادرة إلى حد كبير (يتكون منها فقط ٤٨ فى المتوسط طول العام على العالم كله)، ولكن قوتها العظمى تجعلها فى قائمة وحدها، مع الزلازل، بوصفها أكبر ظواهر الطبيعة تدميرا.

وعندما يولد إعصار كالتيفون والهاريكين، يبدأ على هيئة منطقة من الضغط الجوى المنخفض فوق محيط مداريى. ويسرى الهواء الساخن المحمل ببخار الماء منسابا نحو هذه المنطقة، ثم يروح مرتفعا فى داخلها. ويتكاثف بخار الماء الموجود فى عمود الهواء الساخن الصاعد مكونا السحب والمطر، كما يطلق قدرا عظيما من الحرارة بهذه الطريقة.

وتعمل هذه الحرارة بدورها، على تعجيل إنسياب أو تدفق الهواء إلى أعلى. وربما تصل مقادير المياه التى يستخلصها الهاريكين فى كل ثانية من المحيط والهواء المتجمع داخلها بنحو ربع مليون طن.

وتطلق عمليات تكاثف هذه المقادير فى اليوم الواحد طاقة تعادل الطاقة المنبثقة من تفجير ١٣٠٠٠ ميجا طن قنبلة نووية.

فكلما إزدادت سرعة الهواء المسخن بهذه الطريقة، يتجمع هواء آخر جديد على مركز الإعصار بسرعة متزايدة على الدوام. وبهذه الكيفية، يمكن توليد رياح تبلغ سرعتها من الكبر حدود ٣٥٠ كيلو مترا فى الساعة.

ويعمل دوران الأرض إلى تحويل الرياح المنسابة نحو مركز الإعصار إلى اليمين فى نصف الكرة الشمالى، وإلى الجنوب فى النصف الجنوبى، ويؤدى ذلك إلى اللف والدوران ضد عقرب الساعة ومع عقرب الساعة.

وتوجد فى مركز الهاريكين مساحة يغطيها الهواء الساكن عرضها عدة كيلو مترات، تسمى عين «الإعصار». وتحيط بعين الإعصار حلقة من السحب السميكة تنهمر منها أمطار غزيرة جدا.

وفى هذه الحلقة تكون سرعة الرياح على أكبر قدر مزعج يمكن الوصول إليه. وقد يحدث أن تتغير سرعة الرياح بمقدار ١٥٠ كيلو متر فى الساعة أو أكثر، عبر مسافة طولها كيلو متر واحد داخل الحلقة.

وإن جلجلة الهاريكين ذاتها هى كابوس ريح صرصر تصنع الأعاجيب، مع وابل المطر الذى ينهمر بلا هوادة. والظلام الذى يخيم مع السحب السميكة عندما تغطى السماء، وإذا ما مررت (العين) فوق الرؤوس، تضائل الشغب والأضطرابات ثم يقف فجأة، وتهبط سرعة الرياح إلى النسيم، ويقف هطول المطر، كما تظهر أجزاء من السماء الزرقاء وسط السحب الخفيفة المتناثرة. ولكن تصبح النفحات الهوائية قصيرة المدى.

وسرعان ما يحل مرة أخرى جسم العاصفة الكامل، وقد أقبلت الرياح من الإتجاه المضاد، ويتميز إبتعاد الهاريكين بتتابع من ألوان الطقس، على عكس ما يحدث عند أقترابها.

والذى يحافظ على نشاط مثل هذا الإعصار هو الحرارة وبخار الماء، اللذان يمتصهما من سطح الأرض، ولذلك نجده يضعف، بل ويختفى عندما يجرد من مصدر الطاقة هذا. وقلما تستمر الهاريكين فى سيرها عبر مسافات كبيرة على اليابسة، وإذا ما تركت اليابسة نهائيا بأن أتجهت نحو القطب، فسرعان ما يعمل الماء البارد، الذى يقع عليه مسارها، على التقليل والحد من عنفها.

وفى خلال عام واحد ترفع الآلة الجوية، باستخدام الأجهزة القوية مثل التيفون، والموسميات، والأجهزة المسالمة التى على غرار أشعة الشمس، نحو ٤٠٠,٠٠٠ كيلو متر مكعب من الماء، وتضيفها إلى الهواء من البحار والقارات. وكل ما يصعد فى عملية البخر الضخمة هذه، يجب أن يعود فى النهاية، ويتساقط معظمه على هيئة مطر.

ولكى يتساقط المطر، والثلج، والجليد المتميع، أو البرد، يجب أن تثار السحب. وحتى الهواء الذى فى حالة فوق التشبع ببخار الماء، لا يمكنه عادة أن يولد السحب، مالم تتوفر فيه ملايين الملايين من «نوى التكاثف».

وقد تكون نواة التكاثف عبارة عن جسيمات ملح الطعام الذى يذروه رزاز البحر، أو الغبار الدقيق، أو جسيمات الدخان المتصاعد من حرائق الغازات والوحدات الصناعية، أو من نتاج أحتراق البراكين، أو حتى الأكاسيد التى تجتذب الماء أو ما ينتج من مركبات الآزوت فى أعقاب البرق. ولقد قدر بالحساب أن أن ثوران بركان كاراكاتو عام ١٨٨٣ ملأ الجو بنوى تكاثف تكفى لأمداد ١٠٠٠ يوم مطير على الأرض بأسرها.

وجزيئات بخار الماء التى تنضن إلى نواه من نوى التكاثف إنما تكون نقط ماء السحب (أو بللورات الثلج إذا كانت درجة حرارة الهواء تحت نقطة التجمد بكثير). ولا تستطيع هذه السقوط على هيئة مطر، وإنما تضم فقط جزءا من مليون جزء من الماء الذى تتضمنه نقطة المطر العادية.

فإذا كان الهواء ساكنا تماما، تستغرق ثمانى ساعات لتهبط مسافة ثلث كيلو متر، وعندما يكون الهواء متحركا، يصعب أن تؤثر عليه الجاذبية.

والذى يجعل هطول المطر ممكنا هو نمو تلك المكونات، لتصل إلى حجوم أكبر بكثير عن طريق ما يعرف باسم (الالتحام). ففى الهواء المتحرك حركة غير إنسيابية أو دوامية، تتصادم النقط الأكبر مع النقط الأصغر، ومن ثم يتم (تجمعها). وفى الهواء البارد تتبخر النقط، ثم تتكاثف بعد ذلك على بللورات الثلج العادية.

ولا يمكن أن تسقط نقط المطر من السحب، إلا عندما ينمو قطر النقطة منها ليصل على الأقل حدود ٢,٠ سنتيمتر.

ومع ذلك فقد لا تصل الأرض على الإطلاق، وكثيرا ما ينهمر سيل من سحب عالية فوق الصحارى، ولكن ليتبخر ذلك السيل بأكمله وهو فى طريقه إلى الأرض. ونقط المطر التى تصل الأرض على هيئة رشاش دقيق الحجم تسمى «رذاذاً»، إنما تتساقط من سحب منخفضة نسبيا، بحيث لا يتوفر لها الوقت اللازم للتصادم مع نقط أخرى أثناء تساقطها.

ونقط المطر التى تصل فى حالة الهطول الغزير أو المطر الوفير، إنما تجيىء من سحب عميقة، فيها يتم التصادم بين النقطة المتكونة و(إمساك) النقط الكبيرة للصغيرة، بسرعة ونشاط تامين.

ويتطلب تبريد الثلج تبريد السحابة عدة درجات تحت ١٨ درجة سنتيجراد تحت الصفر. عندئذ تكون نقط ماء السحابة فوق مبردة، وتروح متجمدة إلى بللورات من الثلج. ونظرا لأن تلك البللورات تغطيها طبقات رقيقة من الماء السائل، فإنها تتجمع عندما تتصادم لتصبح على هيئة صفائح الثلج.

وعندما تكون درجات الحرارة عظيمة الإنخفاض، تكون البللورات أكثر جفافا، فتروح متساقطة على هيئة ثلج حبيبى. والمطر الذى يبدأ فى هواء ساخن، ويتساقط خلال طبقة باردة، لا يتحول إلى ثلج، ولكن إلى نتف الثلج المعتمة المعروفة باسم الجليد المتميع.

ونقط المطر المتجمدة المقبلة من سحب عالية، والمتحركة خلال عاصفة رعد، تدفعها تيارات الهواء العنيفة الصاعدة، فتكون طبقات متراكمة فوق بعضها ومتحدة المركز من الثلج والجليد.

وأخيرا تهوى إلى الأرض على هيئة البرد فى حجم الحمصة، أو فى حجم كرة الجولف. ويتوقف ذلك كله على ما عانته حبات البرد من ألوان التقلبات، وظروف الصعود والهبوط فى أعلى .

درع الهواء :

يغلف جو الأرض، الذى لا نلمسه ولا نراه، كوكبنا كأنما هو غطاء أو درع واق. فهو يدرأ عنا غوائل أشعة الشمس المهلكة، ومعظم قذائف الأشعة الكونية القادمة من الفضاء. كما يحيل أغلب الشهب إلى رماد، من قبل أن تصل سطح الأرض. وهو إلى جانب ذلك، إنما يعزل عالمنا عن برد الفضاء،

وفى نفس الوقت، يحتفظ بالدفء الذى تمنحه لنا الشمس. وحتى عندما يثور، تكون العاصفة منطقة جمال عظيم.

الغلاف الجوى متعدد الطبقات :

ليس الجو بسيطا كما يبدو من الأرض، ولا ضحلا كما أفترض العلماء حديثا. وما طبقة التروبوسفير التى يعيش فيها الإنسان، سوى الطبقة الدنيا لعدة طبقات أخرى، وهى تنتهى من أعلى على بعد ٨ كيلو مترات إلى ١٦ كيلو مترا، وتشتمل على تيارات الهواء التى تكون معظم طقس الأرض. ومن فوقها تجيىء طبقة الأستراتوسفير، وهى تمتد إلى إرتفاع يتراوح بين ١٦ و٢٥ كيلو متر.

كما تتضمن طبقتين رقيقتين، بهما جزيئات هواء لا توجد فى مكان آخر من الجو . فتحتوى الطبقة السفلى على جزيئات بعض الكبريتات، التى قد يكون لها دور فى عمليات الأمطار.

ومن فوق هذه الطبقة، توجد طبقة الأوزون الحيوية. والأوزون نوع من الأوكسجين، يمتص معظم الأشعة الفوق البنفسجية القتالة التى ترسلها الشمس، وهى طبقة ساخنة تخترق فيها معظم الشهب التى تهوى إلى الأرض من الفضاء الخارجى.

وعلى إرتفاع ٨٠ كيلو متر، تحل محلها طبقة الأيونوسفير، التى تتلاشى من أعلى على إرتفاعات تتراوح بين ٥٦٠ كيلو متر و١٠٠٠ كيلو متر. ويومض الفجر القطبى ويضىء فى الأيونوسفير، وبالقرب من قاعدتها تسبح السحب التى تضىء ليلا.

وترى أحيانا وقد أرسلت بصيصا من الضوء عند الفجر أو الغسق. والطبقات المبينة بحروف، هى مناطق يتم فيها تأين جزيئات الهواء بوساطة الإشعاع الشمسى. وهذه الطبقات أهميتها بالنسبة للإنسان، لأنها تعكس بعض أمواج الراديو تردها إلى الأرض، وهكذا يصبح الإتصال على موجات قصيرة أمرا ممكنا.

وأخيرا تجيىء طبقة الإكسوسفير، وفيها يقل الهواء تدريجا إلى أن يقارب العدم. وفيها توجد حزمة إشعاع ضخمة، تعرف باسم الماجنيتوسفير، والمعتقد أن هذه تمتد إلى ٦٥٠٠٠ كيلو متر.

ظاهرة البرق :

محيط الهواء، مثل محيط الماء، يتحرك بصفة مستمرة، وكل الضوء المقبل من الفضاء إلى الأرض، تؤثر عليه تموجات الهواء بشىء من الإعتام. وحتى الآن، لم يستطع الفلكيون التغلب على ظاهرة إعتام الجو للضوء، عند نفاثه خلال الغلاف الهوائى. وإلى أن تشيد المناظير الفلكية المكبرة خارج نطاق الغلاف الجوى، فى الفضاء أو على القمر ، يقتصر ما يراه الإنسان فى السماء على صور كالسراب .

فمثلا عندما نبصر الشمس ساعة الشروق وساعة الغروب، خلال الجو المتموج، كثيرا ما نراها منقوشة كالسحاب، ومسطوحة، وربما تبدو منقسمة إلى أجزاء أفقية. وتتغير الوان الشمس من بياض الظهر الذى يخطف الأبصار، إلى الأحمر الخافت أو البنفسجى، الذى يلون الأفق ويصبغه.

وقد يحدث أحيانا أن يصحب غروب الشمس بريق أحمر من تحتها، وأخضر فى أعلاها ، كأنما هو الضوء الخاطف، المنبعث من ملايين الشموع. والسبب فى أنبثاق تلك الأضواء، هو حالات جوية خاصة، عندما تقترب الشمس من الأفق.

والصور الرائعة التى نراها هنا، والتى تم التقاطها بمرصد الفاتيكان بقلعة (جاندولفو) بإيطاليا، تثبت أن سراب البريق ليس موجودا فى أعين المشاهد والناظر كما ظن بعض العلماء، ولكن نتيجة الطريقة التى يؤثر بها الجو على الضوء.

وفى واقع الأمر، يتكون ضوء الشمس الأبيض الفضى من خليط من كل ألوان قوس قزح. والذى يحدث أن أشعة الضوء الخضراء، تكون أكثر تأثراً وحيوداً من الحمراء، عندما تنتقل خلال الهواء، وهذه الأخيرة لا تحيد إلا قليلا.

وعندما تكون الشمس منخفضة نحو الأفق عند الغروب، يتحتم أن يمر ضوؤها عبر مسافة طويلة فى جو الأرض، وعندئذ تميل الأشعة الحمراء فيها إلى الإختفاء أولا خلف الأفق، بينما الأشعة الخضراء، التى تنحنى فى أثناء مرورها عبر الهواء، تبقى مرئية. وفى بعض الحالات الخاصة، يحدث أن يظهر اللونان الأحمر والأخضر. ومن النادر أن يبقى اللبريق خلال عدة دقائق.

وكثيرا ما يتثر الضوء المقبل من الأجسام المضيئة بتدخل الجو على هذا النحو، عندما تكون تلك الأجسام أصغر بكثير من الشمس، مثل الزهرة. فعندما تكون بالقزب من الأفق، يحدث أحيانا أن يتطور هذا

الكوكب إلى صور دائمة التغير، ومتداخلة بعضها فوق البعض، وهى تظهر بجلاء ووضوح مع نمط ألوان البريق.

أشكال السحب الوديعة والثائرة :

كانت السحب دائما طلائع طقس حسن أو ردىء . وهى تتكون من بخار الماء الذى تم تبخيره من الأرض، وكون نقطا وبللورات مجهرية الحجم فى الجو. ومكونات السحب أخف من أن تهبط على هيئة مطر، فإن النقط قد تمتطى ظهر تيارات الهواء إلى ما شاء الله، من قبل أن تتكاثف من حول جسيمات الغبار، أو الأملاح، أو المواد الأخرى.

وقسمت السحب أول مرة عام ١٨٠٣، تبعا للأشكال اللاتينية لأشكالها: (سيرس) أو السمحاق للحلقية، و(كيوميولس) أو الركامية للسحب المتراكمة فوق بعضها، و(ستراتس) أو الطبقية التناثرية. واستخدمت كلمة (نمبوس) أو مزن، لعواصف المطر فيما بعد.

وعندما نحاول تقسيمها إلى تجمعات مختلفة، تصف هذه الألفاظ أنماط السحاب. فسحب السمحاق الهشة تتناثر فى السماء. على أرتفاعات تصل إلى ١٣ كيلو مترا، بينما السمحاق الطبقى يظهر كاللبن الملوث.

وتتقدم المزن الركامى عواصف الرعد، وترتفع عبر مسافات شاهقة. والسحب الركامية عبارة عن نتف منقوشة، أرتفاعها من ١٥٠٠ إلى ٢٥٠٠ متر. والمزن الطبقى هو سحاب الرذاذ، بينما الطبقى الركامى هو الساعى الذى يطير منخفضا، منذرا بالمطر والثلج .

شابورة سحرية فى الهواء :

من بين أعجب الظواهر التى تحدث فى جو الأرض السفلى ، الضباب السميك المظلم ، وقوس قزح اللامع . ويتكون قوس قزح عندما تسقط أشعة الشمس على سحابة سميكة غير معتمة، مكونة من نقط الماء التى بقيت عالقة فى الهواء بعد رخة المطر. ويعمل هذا الحاجز المائى الرقيق عمل المنشور، فيفصل ويعكس طيف الألون المرئية كله، الموجودة فى أشعة الشمس.

أما الضباب، فهو نتيجة التركيز الثقيل لبخار الماء، وهو أكثر ما يتكون عندما يبرد الهواء الملاصق لسطح الأرض، أو الذى يعلوه مباشرة ، وتنخفض درجة حرارته فجأة ، فيتكاثف ما يحمله من بخار الماء ، ويتحول إلى نقط صغيرة سمكها نحو ٠,١ ملليمتر. وتحدث أكثر أنواع الضباب بقاء، عندما (تنقلب) درجات حرارة الهواء، عندما تعلو فوق طبقة الهواء السطحى البارد، طبقة من الهواء الساخن، ولا تستطيع الأبتعاد. فعندما تتوفر هذه الحالة فوق منطقة مزدحمة بالسكان - تنتج الوفير من الدخان، وغيره من الأبخرة - يتكون ضباب المدن الكثيف .

أصابع سريعة الانقضاض من السماء :

قبل وأثناء كل عواصف الرعد تقريبا، البالغ عددها ٤٤٠٠٠ عاصفة على الأرض كل يوم، تومض خلال الهواء أصابع، يعقبها فى العادة هدير الرعد. وهذا هو صفوة غضب السماوات - كما نسمعه ونراه - مما جعل الإنسان يخشى آلهة الصواعق القديمة .

ولا يزال البرق شيئا عنيفا مخيفا. وقد ينقض فى صفائح عظمى، أو كور وهى ومصاب ملتفة متعرجة. وينتج هدير الرعد المرافق للبرق بوساطة تضاغط الهواء الفجائى الذى تم تسخينه بإنبعاث شرارة التفريغ الكهربائى. ويصنع الرعد بعد أن يومض البرق، نظرا لأن الضوء ينطلق بسرعة أكبر من الصوت وسبب الشرارت هو نفجر الكهربائية الجوية، التى قد تنقض بين السحب المختلفة أو بين السماء والأرض ، كلما توفر الضغط الكهربائى الكافى بين الشحنات المتضادة. والمنشآت المقامة فوق الأرض، تجذب الصواعق التى نريد أن تنقض إلى السطح.

ولكى يمكن تجنب الحرائق، تثبت قضبان البرق فوق المبانى العالية، حتى «تلاطف» الصواعق وتوصل شحناتها الكهربائية -التى تبلغ ١٠٠ مليون فولت- وإلى ألواح من المعدن مدفونة فى باطن الأرض.

ويصل عدد الذين يموتون من البرق فى الولايات المتحدة كل عام نحو ١٥ شخصاً ولكن لا يخلو البرق من فوائد، فهو يجلب الآزوت من الهواء إلى الأرض بتحويله إلى أوكسيد، يتساقط مع المطر ليسمد التربة، ويكسبها الخصب

الرياح الوحشية العاتية :

أقوى رياح نهب على سطح الأرض، هى التى تلف وتدور داخل دوامة التورنادو. وأعظم البلاد معرفة بها أستراليا وشمال أمريكا. ففى كل عام، تدهم الولايات المتحدة نحو ١٥٠ تورنادو، وهى تتجمع أو تتركز فى الأصقاع الجنوبية خلال الربيع، وفى أصقاع منتصف الغرب فى الصيف.

ويبدأ قمع التورنادو (عادة بعد عاصفة الرعد) على هيئة انحرافات من السحب، تلف فى خفة ممتدة إلى أسفل.

وعندما تكتمل قوتها وتمس الأرض، تندفع أطنان الرمال والأنقاض لتنطلق إلى أعلى القمع، الذى قد يدور بسرعة ٣٠٠ إلى ٨٠٠ كيلو متر فى الساعة.

وتسطيع دوامة الهواء المقلوبة أن ترفع بيتاً باكمله، لتلقى به فى أى مكان آخر على حاله كما هو، أو بعد أن تمزقه إربا. وتتولد التورنادو كذلك على البحر، حيث تعرف باسم نافورة الماء، وهى أقل عنفا بكثير من التورنادو، ولا تسبب إلا القليل من الدمار.

عنف وقسوة الرياح والموج :

بالنسبة للإنسان ومنشاته التى يمكن أن تكتسحها الطبيعة، تمثل المياه التى تسوقها أو تجرفها الرياح، احدى الظواهر الطبيعية، التى تعتبر من أكثر الظواهر خطرا.

ومنذ عام ١٩٠٠، قتل أكثر من ٥٠ ألف شخص، باقتحام المحيط للأرض. وتحت تأثير إحتكاك الهواء الذى يمر على سطح الماء، مهما صاحب مرور الغاز على السائل من لطف، فإن هذا الإحتكاك يكفى لتراكمه على هيئة أمواج.

وتناسب إرتفاع الموج مع سرعة الرياح فالرياح التى سرعتها ١٣٠ كيلو متر فى الساعة، عندما تهب بصفة مستديمة فوق المحيطات، تسبب موجا ارتفاعه ١٣ مترا. وأعلى أنواع أمواج البحر التدحرج، يمكن أن

ترتفع إلى ٣٣ مترا، عندما يخرج إلى عرض البحر ارتفاعان ينطلقان معا. ويحدث أحيانا، أن تنزلق موجة جبارة عبر العديد من الكيلو مترات على المحيط، لتتراكم على الشاطىء مع رياح خفيفة، أو حتى مع عدم وجود أثر للرياح التى دفعتها لتنطلق فى طريقها.

وأكثر من ذلك أن تولد حركات اللف والدوران العظمى فى الجو بعض الأعاصير فى عرض البحر، فترتطم بالشاطىء، وهى منقسمة إلى أجزاء ضخمة، وسط رياح تتراوح بين ١٠٠ و٣٢٠ كيلو متر فى الساعة، تهب حول مساحة مركزية من السكون.

وهناك أسماء عديدة للأحواض الدوارة، أو الأعاصير: ففى الشرق الأقصى يسمونها (التيفون). وفى الفلبين يسمونها (الباجيويو)، وفى نصف الكرة الغرب هى (الهاريكين) -تبعا لإله الرعد القديم عند هنود الكاريبى المسمى (هاراكان).

بروز القشرة

ليست الأرض الصلبة التى تحت أقدامنا، صلبة تماما كما يبدو، فهى تعانى فى الواقع من عمليات تقليب مستمر. وقد يصادف أن يتم هذا التقليب أمام أعيننا، ومن أمثلة ذلك، ما يحدث عندما يقذف البركان من جوفه الصخر المنصهر، أو عندما تهشم الزلازل قشرة الأرض الهشة.

ولكن فى العادة، تكون الحركات على مقياس أكبر أو أبطأ من ذلك بكثير جدا، عندما ترتفع أو تنخفض مناطق برمتها، أو تطوى وتميد، أو تميل. وفى كل من الحالتين، لا يدوم واد ولا يبقى سفح جبل، ولكن من دراسة تسجيلات ما حدث من تغيرات فى الماضى تمت كتابتها على وجه الأرض، نستطيع بالإضافة إلى تتبع الماضى الجيولوجى، أن نستدل على ما يدخره المستقبل.

وأكثر الحقائق عجبا عن سطح أرضنا، أن معظمه –نحو ثلاث أرباعه– يغمره المحيط، ويمكن أن تغوص تحت الماء أراض أخرى واسعة، إذا ما ذابت ملايين الكيلو مترات المكعبة من الجليد، الذى يتراكم فى عصرنا هذا فوق المناطق القطبية والجبلية.

وبذلك يرتفع مستوى سطح البحر مسافة قدرت بالحساب على أنها تتراوح بين ٦٧ مترا، و١٠٠ متر. وثمة حقيقة أخرى أعجب، فحواها أن التوزيع النسبى لمساحات اليابس والبحر على سطح الأرض، إنما يدل على تناسق «خشن». فإن كل كتلة عظمى من اليابس، يقابلها محيط على جانب الأرض الآخر.

فمثلا، يمكن تنصيف الأرض بأختيارنا إلى نصفين، بحيث يضم أحد النصفين ٨١٪ من كل مساحات اليابس، بينما لا يتضمن النصف الآخر سوى ١٩٪. وعندما تقسم الأرض على هذا النحو، يغدو «قطبها الشمالى» فى فرنسا. ويتضمن «نصفها الجنوبى» أوروبا، وآسيا، وأفريقيا، وأمريكا الشمالية، ومعظم أمريكا الجنوبية.

ويقابل ذلك «نصف كرة جنوبى» مائى، فيه القطب بجوار نيوزيلنده. فهل هذا التوزيع لليابس والبحر هو نتيجة الصدفة البحتة، أم أن هناك تفسيرا له؟ حتى الآن لا يستطيع أحد أن يجزم بشىء.

وقارات الأرض عبارة عن هضاب عظمى من الصخر، ترتفع فى المتوسط بنحو ٠,٨ فوق مستوى البحر. والخرائط العادية التى تجعل منطقة المد والجزر، الحد الفاصل بين اليابس والبحر، لا تعطينا صورة صادقة لحدود القارات، نظرا لأنها لا تسطيع إظهار الحد الفاصل، الذى يميل ببطء منسابا تحت سطح الماء؛ ليكون الإمتدادات الطبيعية لمعظم القارات.

ويمتد هذا الرصيف القارى إلى البحر فى المياه الضحلة لمسافة ١٦٠ كيلو مترا. ويبلغ مجموع مساحة الأرصفة القارية أكثر من ٢٦ مليون كيلو متر مربع، وهى مساحة أكبر قليلا من مساحة أمريكا الشمالية.

وإن لبنات منحدر الرصيف القارى، هى الحدود الحقيقية للقارات، وتلك حقيقة سوف تعترض مباشرة سبيل من بعدنا، إذ ما عمل تراكم الثلاجات فى عصر جليدى جديد، على خفض مستوى سطح البحر فى الأرض.

ويعمل ، وجه المحيط كذلك، على إخفاء حقيقة أن أحواض المحيطات الضخمة ذاتها متوسط عمقها ٣,٧٥ كيلو متر، وأن لها أنواعا مختلفة ومتغايرة ذات حدود متباينة، تبلغ من التقارب قدر ما تبلغه القارات. فهذه حافة وسط الأطلنطى، مثلا، عبارة عن سلسلة جبال عريضة، تجرى تحت سطح البحر من أيسلندة جنوبا. إلى المتجمد الجنوبى تقريبا.

وتبرز قمم تلك السلسلة، التى لا يراها الملاحون وهم على إرتفاع آلاف الأمتار من فوقها، وتعلو بمقدار ١٥٠٠ متر أو أكثر فوق قاع المحيط، ولا يألف البحارة سوى تلك الجبال العظمى القليلة، التى تطفو عاليا، بحيث يمكن أن ترى على هيئة جزر -مثل جزر الآزور، وأسنسيون، وترستان داكنها وغيرها.

ومرتفعات الجزر المعروفة باسم «جبال البحر»، تكثر فى أحواض المحيط، وتوجد خنادق طويلة ضيقة، بعضها أعمق من إرتفاع إفرست، فى القاع هنا وهناك. ولكن رغم كل هذا التشابه مع اليابس، فلا يتوفر الدليل على أن الصفات الجيولوجية لقاع البحر، تماثل بصورة ما صفات اليابس، والعكس صحيح، بمعنى إن كل القرائن، إنما تدل على أن مواد قاع المحيط، تاريخا يختلف إلى حد ما عن تارخ مواد اليابس، بالإضافة إلى تباين المواد فى الحالتين تباينا تاما.

وثمة حقيقة أخرى خاصة بالقشرة الأرضية، سواء كانت فوق الماء أو تحته، فحواها أنها كلها من الصخر الصلب. وهذه الحقيقة لا تتضح فى جوهرها وتبين إلا بعد حين، نظرا لأن قاع المحيط تغطيه الرسوبيات، أما فوق وجه الماء فإن التربة، والنباتات، وقطع الصخور التى على غرار الرمل

والحصى، تغطى كل مكان. ولكن حجاب الأنقاض هذا يوجد فى الطبقات السطحية، التى يقدر سمكها بالأمتار، بينما سمك الصخور التى من تحتها إنما يقدر بالكيلو مترات. وأكثر من ذلك، أن الصخور التى عند سطح القشرة الأرضية، هى إلى حد كبير نفس الصخور التى توجد على أعماق أكبر، تمتد إلى حيث مستوى الستار.

والمناجم وآبار الزيت، التى تهبط أعماقها خلال مسافات تصل إلى ثمانية كيلو مترات تحت السطح، إنما توجد فى نفس المادة على طول طريق هبوطها إلى أسفل. وبالمثل، لا يعطى الصخر البركانى فروقا كبيرة، سواء صعد ذلك وهو فى حالة الإنصهار من مقره وهو على عمق عدة كيلو مترات قليلة تحت الأرض، أو من أعماق تصل إلى ١٦٠ كيلو متر.

تقسيم الصخور :

ولقد قسمت الصخور وبوبت إلى مجموعات وفروع، بطريقة تكاد لا تنتهى على يد علماء وصف الصخور المتعصبين، ولكنها تنتمى كلها إلى ثلاث مجموعات عظمى: النارية، والرسوبية، والمتحولة.

ولقد كانت كل الصخور النارية منصهرة يوما ما، والمعتقد أن مصدرها كان من أعماق باطن الأرض، ثم بردت بمعدلات مختلفة، وأخذت أشكالا متباينة، تتدرج من البازلت الأملس، إلى الجرانيت المحبب. وتتكون الصخور الرسوبية، كما يتضح من أسمها، من طبقات مادتها مثل الرمل والطمى، الذى جرفه قيعان المحيطات أو البحيرات. وقد يتم إلقاء هذه المواد الرسوبية إما بالماء، وإما بالرياح، وإما بالثلج، ثم تتعرض للضغط.

وكثيرا ما ترتفع مرة أخرى بحركات الأرض التى تجيىء بعد ذلك، فتكون محتوية على الحجارة الرملية المألوفة، والقواقع والأصداف، والحجارة الجيرية، والدلوميتات.

وفى هذه الصخور، وبصفة خاصة الصخور الجيرية والطفلية، توجد دفائن الحفريات، والصخور المتحولة هى أيضا إسم على مسمى، يتغير شكلها لتولد من جديد بالحرارة والضغط، أثناء دفنها، فى أعماق الأرض.

وعلى ذلك، فإن الصلصال كان طميا فى يوم من الأيام، والكوارتزيت هو نوع متحول من الحجر الرملى، والرخام حجر جيرى أعيد بناؤه، ولا يجمع الجيولوجيون تماما على أمر هذه التقسيمات. فمثلا، يعتقد بعضهم أن معظم الجرانيت من الصخور المتحولة، وليس أصلها فى الغالب من الصخور النارية.

الصخور البركانية :

ومهما كان طريق التكوين، فإن الصخور عبارة عن مخاليط معقدة من العناصر المختلفة، على هيئة مركبات معدنية،. ومن بين الأثنين وتسعين عنصرا طبيعيا المعروفة على الأرض، لا يوجد غير ثمانية عناصر متضمنة بصورة عادية فى تكوين الصخور. وهذه تشمل ٩٨٪ من القشرة الأرضية من حيث الوزن.

والمعروف أن ٤٧٪ من أكثر العناصر وجودا فى القشرة، عبارة عن عنصر الأوكسجين. ويأتى فى المرتبة الثانية السيليكون ونسبته ٢٨٪. ومن بعد ذلك تهبط النسبة بشدة. فالألمونيوم يكون ٨٪، والحديد ٥٪، وكل من

الصوديوم، والمغاسيوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم أقل من ٤٪. وتتحد هذه العناصر الثمانية المألوفة، مع عناصر أخرى غير مؤثرة، إتحادا كيميائيا بطرق سهلة أو معقدة، لكي تكون ما يقرب من ٢٠٠٠ مادة معدنية معروفة.

ولكن ليس من السهل إفتراض أنه من حيث الحجم، تسود مركبات الأوكسجين - سيليكون، وأما عدد العناصر المسئولة عن بناء جسم قشرة الأرض، لا يزيد على نحو عشرة.

وتقتصر خبرة الإنسان المباشرة ومعرفته بتركيبات الصخور، على ما رآه من البراكين النشطة – فجوات فى قشرة الأرض، تتدفق منها الصخور المنصهرة وهى ساخنة، لدرجة أنها تسيل كما تسيل الصخور الملتهبة.

وتلك هى الأب الأول لكل الصخور النارية. وتسمى مثل هذه المادة المنصهرة، باسم الصهارة أو «مصهور الصخور»، عندما تكون تحت الأرض، كما تسمى بعد خروجها باسم «الحمم»، وتتوقف طبيعة الثوران البركانى على تركيب الصخور، وما تتضمنه من الغاز والماء. فمصهور الصحور اللزج، والمحمل بالغازات، يتسرب كأنه المفرقعات،

وهو يقذف بقطع من الحمم المتجمدة، وسط سحاب من البخار والغازات الساخنة

ويندفع مصهور الصخور الأكثر رقة، والذى يحتوى على مقادير أقل من الغاز، منبثقا إلى الخارج فى هدوء نسبى، مكونا ألسنة من الحمم الساخنة إلى درجة البياض، تزحف إلى أسفل الجبل حتى تتجمد.

البراكين الجبارة :

ولقد وصلت البراكين الجبارة، التى كونت جزر هاواى إلى علو ١٠٠٠٠ متر فوق قاع المحيط، وترتفع ٤٥٠٠ متراً أو نحو ذلك من هذا البروز، فوق مستوى سطح البحر. وفى العادة تنبثق الحمم من براكين هاواى النشطة، على هيئة مجار ملتهبة، سائلة إلى أقصى حد. وقد يحدث أن تنبثق على هيئة النافورات، عندما يصل السطح جيب من الغاز.

وقد ينتقل مثل هذا السيل عبر مسافة طويلة، من قبل أن يتجمد. ولعل من أخص صفاتها، أنها تولد الجبال ذات القواعد المتسعة. وفى مجال النهاية الأخرى، تجيىء البراكين ذات الحمم السميكة، التى تبنى مخاريط عظيمة الأنحدار، وضيقة فى نفس الوقت.

كيف تحدث البراكين :

ولا يصل مصهور الصخور (الصهارة) دائما إلى السطح عن طريق البراكين. وفى الحقيقة، يحدث أحيانا أن لا يصل السطح على الإطلاق.. فإذا لم يجد له مخرجا، أو إذا لم يتوفر الضغط الكافى من خلفه، ليحمله على العثور على منفذ، فإنه قد يعمد إلى إختراق طريقه إلى أعلى، حيث الكسور والتصدعات، أو بين طبقات الصخر القريب من السطح، وقد يكون أحيانا بحيرات تحت الأرض، حيث يدفع السطح إلى أعلى، كما تدفع البثور الجلد، ولكن من غير أن تخترق القشرة.

وكثيرا ما يجرى على طول الشقوق الطبيعية، وأحيانا يطبق على ما يقع فى طريقه ويصهره. والصهارة التى سلكت طريقها إلى شق رأسين،

وتصلبت هنا: كالجدار، تسمى (السد) أو (الحاجز). وتختلف السدود من حيث الإتساع من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وقد يمتد طولها عبر عدة كيلو مترات.

وقد تظل السدود باقية ملايين السنين بعد تكوينها، فى حين تتآكل الصخور الأقل صلابة من حولها بفعل عوامل التعرية، تاركة تلك السدود معرضة للعناصر، وهى تجرى كالأسوار الطويلة عبر سطح الأرض. وهنلك عدد قليل من السدود الضخمة، أحدهما فى روديسيا وطوله ٥٠٠ كيلو متر، أما إتساعه فيصل إلى ثمانية كيلو مترات.

ويعرف اللوح الأفقى المكون من الصهارة المتجمدة تحت الأرض، باسم (القاطع الموازى). وما (الباليسيد) الرائع، الذى يحدد معالم شاطىء نهر هدسون أمام مدينة نيويورك، إلا فى الحقيقة من القواطع الموازية الضخمة ذات المنظر الخداع، إذ يظهر كأنما هو سلسلة من أعمدة الحجارة المتراكمة، ولكن تلك الأعمدة، هى مجرد حافة واحدة من السد الموازى، ومظهرها الرأسى،إنما ينبثق عن إنكماش الصهارة الأصلية بعد تجمدها.

الصخور المنصهرة :

وتصبح السدود الموازية هذه كالأقزام، أمام أعظم تكوينات الصخور المنصهرة ضخامة. وتلك هى (الباثوليثات)، ومعناها الكتل الجرانيتية اللقرارية، وهى أجسام ضخمة من صخر الجرانيت، تصل حرارتها عشرات الآلاف من الكيلو مترات المربعة، وتمتد إلى أسفل عبر أعماق مجهولة. وهناك تضارب فى أسباب تكوين الباثولينات.

ويعتقد بعض الجيولوجيين، أن الصهارة أقتحمت ببساطة طريقها إلى تكوينات صخور أضخم على مقياس ضخم، فدفعتها إلى أعلى وعلى الجانبين، أثناء إرتفاعها نحو السطح.

ويعتقد فريق آخر من الجيولوجيين، أن الحرارة الشديدة، التى تولدها كمية عظيمة من الصهارة، تمكنها من إذابة وإبتلاع الصخور التى من فوقها، ومن ثم تنمو حجومها على حساب الصخور الموجودة، بدلا من دفعها إلى الجوانب.

وثمة مدرسة ثالثة، تدعى أن الباثوليثات لم تكن صهارة قط، وأنها ليست من أصل نارى على الإطلاق، ولكنها صخور متحولة، وتعنى وجهة النظر هذه، أنه لا يوجد مجال من مجالات الحمم، فوق أو تحت السطح، يمكن أن يبلغ فى الحجم مثل الباثوليثات، وأنه لا يمكن أن تنتج مثل تلك الكتل الضخمة، المكونة من مادة متجانسة، إلا بفعل الحرارة والضغط على نطاق واسع.

ويختلف نسيج ومظهر الصهارة إختلافا كبيرا، تبعا لكونها بردت سريعا على سطح الأرض على هيئة حمم، أو إذا ما بقيت تحت سطح الأرض فى الباثوليثات، ثم بردت ببطء شديد جدا.

الحمم البركانية :

والتبريد السريع لحمم، يكسبها صفة التحبب الدقيق، متدرجا على طول الطريق من (الأوبيسيديان)، الذى هو أكبر أنواع الحمم سرعة من حيث إتمام البرودة، وشكله كالزجاج المسود، إلى البازلت، الذى هو عبارة

عن حجر أملس، قاتم اللون، كثيف، وهو أكثر الصخور البركانية شيوعا. وعلى العكس من ذلك، يتم تبريد صهارة ما تحت السطح ببطء شديد جدا بحيث يصبح تركيبها أكثر خشونة إلى حد بعيد. وتكون أنواع الصخور المثالية أو الباثوليثات من صخر الجرانيت الملون، والذى تملؤه،نسبيا، جسيمات العناصر الثقيلة المختلفة.

تكوين القشرة الأرضية :

وبصفة عامة، يبدو أن القشرة الأرضية تتكون من قشرة كروية من الصخر البازلتى، فيها تغوص معظم الصخور الجرانيتية التى تكون القارات أو - ربما بتعبير أصح - «تطفو».

ولكن هذه الصورة للقشرة، قد تكون متجاوزة حدود التبسيط قليلا، نظرا لأن الجرانيت والبازلت كلاهما صخر نارى، وهناك الوفير من النوعين الأساسيين الآخرين - الرسوبية والمتحولة- على سطح الأرض. وعلى أية حال، فى حدود القدر الكلى، بتضائل النوعان كما أو وجودا بالنسبة إلى الصخور النارية، بحيث تكفى الصورة العامة للقشرة البازلتية، التى تتضمن قاراتجرانيتية.

أنواع الصخور :

وفى إبتداء القرن التاسع عشر، كانت فكرة التقسيم الثلاثى لأنواع الصخور، مجرد فكرة غير واضحة. وكانت الجيولوجيا آنئذ علما تجريبيا وتطبيقيا عاليا، يتصل فى أساسه بالتعدين الخاص بترسبات المعادن، وغيرها من العناصر ذات الأهمية الأقتصادية.

ومع ذلك، كانت هناك فئة ذهبت إلى ما بعد مرحلة التعدين، وبدأت – أول ما بدأت – بالتكهن عن الطريقة التى بها جاءت الصخور هناك، ثم لماذا كانت هناك عينات مختلفة متعددة بمثل هذا القدر. وسرعان ما وجد العلماء النظريون أنفسهم أمام معسكرين متناظرين: مجموعة تأخذ بأن الأرض كانت فى الأصل يغطيها بحر سميك هو أبو البحار، وأن كل شىء يوجد الآن فى التربة: الحجارة الصلبة، والحجارة الناعمة، والحجارة الصغيرة، والجلاميد الكبيرة، وحتى الحفريات، ترسبت من قبل ببطء فى هذا البحر العظيم. ونظرا لإعتناقهم هذا الرأى الخاص بالأصل الأوقيانوغرافى (أو المحيطى) للقشرة الأرضية، عرف أولئك الرجال باسم «النبتونيين».

على حين ذهب معارضوهم إلى أن العامل الأساسى فى تولد القشرة، كان تدفق البراكين فى الماضى والحاضر، ونظرا لتأييدهم النار، عرفوا باسم«البلوتنيين».

ولدى النبتونيين بعض القرائن المقنعة التى يدعمون بها رأيهم. فمن الواضح أن طبقات الحجر الرملى، والطمى، والطفل، وفى الحقيقة كل الصخور الرسوبية فى العالم، تم بناؤها فى الماء، ومن الممكن أن يكون ذلك المحيط المائى أبو المحيطات تماما كما أدعوا.

وهنا يعلوا صوت البلوتنيين قائلين: وما أمر الجرانيت، وكيف نتغلب على حقيقة أن ما عليك إلا أن تحفر طبقتك الرسوبية، لتجد الجرانيت فى كل مكان تقريبا؟ ثم كيف تعلل كل هذا الجرانيت؟ وأجاب النبتيونيون بأن الجرانيت لم يكن سوى أول ما ترسب من مواد الأرض.

ففى أبى المحيطات الملىء بحصى المواد المختلفة العالقة فيه، كان لزاما أن يترسب شىء منها أولا، فلماذا لم يكن ذلك الشىء هو الجرانيت؟

ولقد كان الجرانيت عظيم الكثافة وصلبا، ومن الواضح أنه أول ما أستقر فى القاع، وأعقب ذلك استقرار المواد الأخرى، مما يفسر لنا إلى أبعد حدود التقريب، الطبقات الرسوبية التى من فوق الجرانيت، وهى الطبقات التى تحولت ببطء إلى صخور، تحت وطأة الضغط الناتج عن أوزان ما ترسب فوقها بعد ذلك من مواد.

وعندما واجه البلوتونيون بعد ذلك القوى الهائلة التى تتجلى فى مئات المناظر البركانية، بدا لهم ذلك التفسير تافها وغير مقبول.

فلقد أصروا على أن جلاميد الجرانيت صلبة، لأنها صهرت وعبدت بوساطة نيران باطن الأرض، أما الصخور الأقل صلابة، فقد تعرضت لدرجات حرارة أقل، ، ومن ثم لم تصل إلى مثل صلابة الجرانيت.

وعندما كان أحد البلوتونيين مسافرا حول العالم، ليلاحظ الدليل على فعل البراكين فى أماكن كثيرة، بدأت حجة النبتونيين تضعف، وعصفت الرياح بآرائهم. وهذا تشارلز داروين، كطالب، عرض على أحد البلوتونيين المتعصبين - وكاد على وجه التقريب أن يفقد تذوقه لعلم الأرض بتلك الطريقة - وما حدث مدون فى مذكراته حيث يقول:

«سمعت الأستاذ فى سالسبورى كريجز، يحاضر على قاطع تجمعت فيه رسوبيات من صخور بركانية حوله. وأضاف وهو يسخر، أن هناك فئة من الرجال يدعون بأنها سبقت أن إندفعت من باطن الأرض فى حالة

منصهرة. وعندما أفكر فى تلك المحاضرة، لا يدهشنى أننى قررت أن لا أعود قط إلى محاضرات الجيولوجيا».

ومع ذلك كانت تلك المدارس المشهورة لا تقوم على شىء أكثر من دراسة جزء قشرة الأرض المتوفر للبحث والتنقيب عند السطح، وحتى الأفكار الحديثة الأكثر تأرجحا، الخاصة بإعتبار القارات أجساما طافية من الجرانيت، لم تتم صياغتها بعد، نظرا لأنه يلوح أنه لم يخطر ببال أحد أن يتسائل، لماذا تبرز القارات إلى أعلى، على النحو الذى نراها عليه.

وفى المتوسط فى العالم، ترتفع القارات اليوم نحو خمسة كلو مترات فوق قاع المحيط. وزيادة على ذلك، فإن لدينا من أدلة وقرائن، إنما تشير كلها إلى أن ذلك الإرتفاع أو البروز، أو ما يمكن أن يقارن معهما، إنما وجد وظل على حاله منذ بدأت القارات، أى من أساسها. فما الذى منع تلك الكتل القارية العظيمة الأوزان من الغوص إلى أسفل، حتى تعود إلى نفس المستوى مع باقى قشرة الأرض؟ وحتى أعظم القشور صلابة المكونة من البازلت، تستطيع أن تتحمل الضغط الثابت الناجم عن تلك الكتل الهائلة من الجرانيت.

ويلوح أن الجواب على هذا السؤال، هو نفسه الجواب على من يسأل لماذا يطفو الفللين، لأنه فى كل حالة تطفوا الأجسام، لأنها أقل كثافة من المادة التى غمرت فيها.

وفى حالة القارات، يلعب ستار الأرض دور الماء. بالنسبة لذلك الفللين الضخم. والجرانيت أخف بحوالى ٢٠٪ تقريبا، بالنسبة للمادة المكونة لستار الأرض العلوى. والبازلت من ناحية أخرى، أقل بمقدار ١٠٪ فقط. وعلى

ذلك، فإن القارات (يجب) أن تركب أعلى الستار، على طبقة القاعدة البازلتية للقشرة الأرضية.

وهنا تبرز قضية أخرى. فقطعة الفللين لا تطفو فوق الماء، ولكن فيه. وقطعة الخشب لكونها أكثر كثافة (أثقل) من الفللين، سوف تطفوا فى الماء بعمق أكبر. أما مقدار هذا العمق، فهو أمر يحدده قانون بسيط اكتشفه أرشميدس منذ ٢٢٠٠ سنة مضت:

فإذا كانت قطعة الخشب تزن رطلا، فإنها سوف تطفو بعمق يكفى تماما لإزاحة رطل من الماء. وعندما ننظر إلى قضيتنا بهذه الطريقة، يسهل علينا أن نرى أن الفللين أو قطعة الخشب، بسبب قلة كثافة كل منهما (خفتها) بالنسبة إلى الماء، يرفعهما الماء إلى أعلى.

فى واقع الأمر. وبنفس الطريقة، هل للكتل العظمى من الجرانيت التى تكون القارات جذور لها ذات قدر، بحيث تكفيها فعلا لتكون طافية كالفللين؟

هناك طريقتان لدراسة هذه النقطة، تستخدم أولاهما نفس المبدأ الذى مكن العلماء من أستنباط تتابع طبقات الأرض، عن طريق قياس أمواج الزلازل. فعندما تعمل قياسات دقيقة إلى أقصى حد لتحركات الزلازل فى القشرة الأرضية، يصبح من الممكن عمل مخطط تقريبى لتركيب القشرة. وتستخدم الطريقة الثانية قياسات الجاذبية.

فالأجهزة الحساسة تماما، يمكنها ملاحظة فروق قوى الجاذبية فى نقط الأرض المختلفة، ومن تلك الفروق، يبدأ تقدير المقادير المتباينة للجرانيت والبازلت، التى لا يمكن الوصول إليها تحتنا.

وتؤدى كل من الطريقتين إلى نفس النتيجة: للقارات فعلا جذور عظمى تصل إلى أعماق كبرى، بحيث تحمل الخمسة كيلو مترات، أو ما يقرب من ذلك، التى تعلو بها تلك الكتل فوق قاع المحيط.

ويفترض نموذج القشرة المبسط، الذى أستخدمه كثير من علماء الجيولوجيا فى حيابتهم، طبقة تكاد تكون منتظمة، سمكها خمسة كيلو مترات، من البازلت على قمة الستار. ومن فوق هذه الطبقة، تركب كتل القارات لسمك متوسطه ٣٢ كيلو مترا.

وتبلغ تلك الكتل من الثقل، ما يجعلها تضغط طبقة البازلت التى من تحتها إلى أسفل، عبر مسافة تقدر بنحر ٢٢ كيلو مترا داخل الستار، وبذلك تجعل سطح الستار مزاحا قليلا، بدلا من أن يكون كرويا تماما.

وعلى ذلك، نجد أنه على الرغم من أن ما تغطيه القارات من مساحة سطح الأرض، يكاد لا يزيد على الربع، فإنه فى حدود الحجم الكلى، تشغل القارات بالفعل نحو ثلثى حجم القشرة، بينما يشغل صخر القاعدة البازلتية نحو الثلث.

وفكرة أن قارة ما - أو أى كتلة يابسة كبرى بلا شك مثل جزيرة عظمي- إنما تطفو فوق الستار، تعرف باسم نظرية (التوازن الأستاتيكى)، وهناك إختبار مباشر لصحة هذه النظرية، مستمد من حقيقة أن شبه جزيرة سكنديناوة ترتفع بنجو ٣٣٠ مترا فوق مستواها، وهى تحت وطأة الطاقة الجليدية، وهناك أجزاء منها مستمرة فى الصعود بمعدل متر كل قرن.

وتدل بعض التقديرات، على أنه ما زال يتبقى لها نحو ٢٢٠ مترا تصعدها، قبل أن تصل إلى حالة التعادل.

وكما أن جذور الكتل القارية تهبط إلى أعماق تكفى لزحزحة الستار من تحتها، فكذلك تضغط جذور مجموعات الجبال الكبرى إلى أسفل، إلى مسافات أعمق لكى تحمل أوزانها، وحتى تبرر إرتفاعتها الشاهقة. وأول الشكوك بأن الجبال، وكذلك الدفع إلى أعلى، أنما يمتد كذلك إلى أسفل الأرض، جاء عن طريق التجارب التى أجريت فى القرن الثامن عشر، باستخدام آلة مثل بساطة خيط ميزان أستقامة البناء (المطمار).

وعلى السطح المستوى أفقيا، يشير خيط الميزان مباشرة إلى مركز الأرض. وما دام الأمر كذلك، فمن المتوقع بجوار أى جبل من الجبال أن ينحرف (المطمار)، تحت تأثير جذب كتلة ذلك الجبل.

وفى عام ١٧٣٨، حدث أن ذهب العالم الرياضى الفرنسى بيير بوجير إلى أحد قمم جبال الأندين -جبل تشمبرازو، فيما هو الآن إكوادور- فى بعثة علمية أرسلتها الأكاديمية الفرنسية، للمساعدة فى حل مناقشات علمية تتعلق بطول قوس دائرة نصف النهار.

وبينما كان يجرى قياسات الجاذبية على جبل تشمبرازو، لاحظ أن قوة جذب الجبل سببت أنحرافا صغيرا جدا فى خيط الميزان، بالنسبة لما هو متوقع من مثل تلك الكتلة العظمى، وأدلى بوجير بفكرة أن جرانيت الجبل، وما تحت الجبل كان السبب ما خفيفا.

وكتب فى مجلته يقول بأنه ظهر كأنه يتكون الجبل من قشر البيض.

وبعد فترة قصيرة، ظهر فى الصحافة الفرنسية قول بأنه أكتشف «جبلا أجوفا»، يمكن أن يسكنه الناس.

ولقد كان بوجير على صواب من وجهة نظر خاصة. والذى لم يفطن إليه هو سر (خفة) الجبل، وما تحت تشمبرازو عبارة عن كتلة ضخمة من صخر الجرانيت الخفيف، بدلا من صخر البازلت الأكثر كثافة، الذى يوجد عادة فى الأعماق.

وثمة دراسة أخرى للجاذبية، تمت فى جبال البرانس بعد ذلك بقرن، وتمخضت عن نتيجة سلبية. فإن خيط المطمار بدلا من أن ينحرف نحو الجبل، أنحرف بعيدا عنه. وفى محاولة تفسير ذلك الشذوذ، علل أحد علماء الفلك الأنجليز، وهو (ج.ب.إيرى)، تلك الظاهرة بأن الجبال يجب أن تكون لها «جذور» ممتدة، عبر مسافات طويلة فى الأعماق عبر الطبقة البازلتية، ولذلك، فإن الجبل العالى الكثافة، يطفو فى الصخر الأكبر كثافة، كما تطفو قطع الثلج الهائمة فى الماء سواء بسواء. ومن مثل هذا التصوير، ولدت نظرية (توازن الضغوط)، وليس من الصعب تعميم تلك النظرية وتطبيقاتها من الجبال إلى القارات ذاتها.

طريقة تكوين القارات :

وعلى أية حال، فإن نظرية (التوازن الأستاتيكى) أو (توازن الضغوط)، تقول لنا أى شىء عن الطريقة التى تكونت بها القارات. فذلك سؤال من بين أصعب الأسئلة التى يمكن أن تثار عن الأرض، وهو فى هذه اللحظة موضوع دراسة مستفيضة وآراء متضاربة.

وهناك العديد من الفروض الكثيرة التى يفوق عددها عدد القارات – وهى تقارب عدد الجيولوجيين أنفسهم –ولا توجد نظرية بسيطة خالية من الاعتراضات الأساسية.

وأبسط النظريات هى التى معروفة باسم «نظرية تيار الحمل». وهى تذهب إلى القول بأن فروق الحرارة المتوفرة فى أعماق الأرض، تسبب سريان الصخر اللدائنى الموجود فى الستار، تبعا لنمط منتظم، وأن مادة جديدة تصل السطح على مقياس كبير، يكفى لتولد القارات. وتلك نظرية حسنة، كما سوف نبين، إلا أنها لا تقنع تماما الجيولوجيون، نظرا لأنه يصعب توفير أى قرائن يمكن مشاهدتها أو رصدها لدعم النظرية.

ومن الناحية الأخرى، يكاد يتعذر على عالم الطبيعة الأرضية تصديق نظرية أنحراف القارات، التى تقول بأن قارات الوقت الحاضر، إن هى إلا قطع من الصخر، إنشقت عن قارة إبتدائية واحدة، ومع ذلك، فهناك حقائق لا تنجح أى نظرية أخرى فى تفسيرها، كما نجحت هذه النظرية.

ونستطيع أن نكون فكرة عن التعقيد المنقطع النظير لهذا الموضوع، عندما نلقى نظرة عابرة على تاريخ نظرية إنحراف القارات. فقد كان موضحها الأساسى عالم ألمانى هو ألفرد فيجنر، الذى شعر بالحاجة لتفسير التوازى فى نشوء الكائنات الحية خلال العالم.

فقد وجدت نباتات وحيوانات متشابهة، فى أماكن منفصلة إنفصالا كبيرا عبر التاريخ الجيولوجى. وتلك الحقيقة حيرت علماء الحياه فى مستهل هذا القرن. ومن التفسيرات العادية التى ظهرت، افتراض وجود قناطر أرضية تصل ما بين القارات.

ولكن من الصعب قبول هذا الرأى، حتى إذا لم يكن هناك سبب آخر، سوى أنه لا يوجد اليوم أى أثر لمعظم تلك القناطر التى أفترض وجودها، والتى كانت لابد أن كانت لها أهميتها وشأنها، إذا ما قدر لها أن تبقى مئات ملايين السنين.

ولقد اقترح فجنر بدلا من ذلك، أنه كانت هناك كتلة واحدة لقارة عظمى تسمى (بانجايا)، بينما كان باقى الكرة الأرضية يغطيه محيط واحد هو (البانتالاسا). وبمضى الوقت، تشققت قارة (بانجايا)، وانفصلت إلى أجزاء، وتحولت إجزاؤها متباعدة عن بعضها بعضا، لتكون قارات هذا العصر.

ووجد فجنر فى تلك الفكرة البسيطة، ما مكنه من تفسير عدد من الحقائق المعقدة، إلى جانب تقرير النشوء فى زمن واحد. واقترحت الفكرة تفسيرا للسر فى أن جنوب أفريقيا، والهند، واستراليا، وجزءا من جنوب أمريكا، تحمل نفس علامات ثلاجات ما قبل التاريخ، وما خلفه الجليد من صفحات، لا يمكن أن يخطئها أحد.

ويمكن فهم تلك الظاهرة، لو أننا افترضنا أن تلك الأراضى كانت فى يوم ما تحيط بالقطب الجنوبى، الذى اعتقد فجنر أنه كان بالقرب من ساحل أفريقيا الغربى. وبالمثل، فإن ترسبات الفحم الحجرى فى أوروبا، وأمريكا الشمالية، وقارة المتجمد الجنوبى، تدل على أحتمال وجود تلك القارات فى بقاع أستوائية فى الماضى.

وإن مجرد النظر إلى كرة تبدو أنها تحقق إنحراف القارات: ساحل الأمريكتين يتمشى تماما مع ساحل غرب أوروبا وأفريقيا، كما لو كان

الساحلان قد أنفصلا وأنتزعا بالفعل، أثناء فترة ما فى الماضى. وهناك أيضا تكونات ما جيولوجية متشابهة، تتمشى مع بعضها بعضا فى كل من النرويج وكندا فى الشمال، وجنوب أفريقيا وبتاجونيا فى الجنوب.

بيد أنه لسوء الحظ، لا توجد هناك قوى معروفة، تبلغ من القدر ما يكفى لتحريك القارات، من حول الأرض، وتستطيع أن تفسر لنا إنجراف فجنر وفروضه التخيلية، ناهيك بتقسيم قارة إلى أجزاء. ولقد دلت القياسات الدقيقة إلى أقصى حد، على عدم وجود أية حركة مستعرضة للقارات فى هذا العصر، رغم أن النظرية تتكهن بأنه من اللازم أن تكون القارات لا تزال تنجرف.

وكانت المحيطات حيث هى الآن، تبعا للدراسات الجيولوجية والبيولوجية لما فى قيعانها من رواسب، فى خلال الفترة التى أفترض خلالها أن القارات كانت تتجول على وجه الأرض. وأكثر من ذلك، فإن الأرصاد بالذات التى بدت أول الأمر أنها تدعم نظرية إنجراف القارات، لم تكن مقنعة عندما أمتحنت عن كثب.

فالرياح، والأجسام الطافية، وتلك القناطر الأرضية القليلة التى أمكن العثور عليها والتحقق منها – على غرار الممر عبر مضيق بهرنج –تعلل لنا تماما ظهور النباتات المتشابهة، وأنواع الحيوان المتقاربة حول الأرض.

وبالنسبة لموضوع المناخ، دلت الأبحاث التى أجريت بعد ذلك، على أن الثلاجات قد وجدت قبل وبعد إرساء الفحم وتكونه فى أماكن عديدة، وهو ما أستطاع فجنر وأتباعه أن يفسروه، عندما أفترضوا فقط أن القارات تجمعت مع بعضها بعغضا مرة أخرى، بعد أن كان قد تم تباعدها أولا،

وما يحيرنا من أمر التشابه أو التطابق فيما على القارات، ليس كذلك حقيقيا تماما.

ولكل هذه الأسباب عدل معظم الجيولوجيون تقريبا عن نظرية إنجراف القارات، تماما كما نبذت نظرية التصادم الخاصة بأصل المجموعة الشمسية بوساطة الفلكيين، عندما ظهرت ضدها الحسابات القائمة على الرصد والتتبع. والذى يحيى أو يميت النظريات الفلكية، هو سيف التجربة، وبصرف النظر عن مدى ما لبعض النظريات من جاذبية وسماحة للرجل العادى، فإنه لا يمكن الأخذ بها، ما لم تتمشى مع ما يشاهد أو يرصد بالفعل.

تزحزح القارات :

ولقد ماتت اليوم فكرة أن المجموعة الشمسية هى ثمرة الأقتراب بين شمسنا ونجم آخر، ولكن من العجيب بمكان، أن تدل القرائن الحديثة على أن القارات كانت قد تزحزحت عن مواضعها قليلا فى الماضى البعيد، ولقد تم العثور على تلك القرائن بطرق عديدة، تتجلى فيها عبقرية البشر، وهى تقوم على أساس الحقيقة التى تقول إن العديد من الصخور، يحتوى على مركبات الحديد.

ومهما كانت طريقة تكوين تلك الصخور، فإنه أثناء فترة تجمدها، تصبح حبيبات معدن الحديد ممغنطة فى إتجاه مجال الأرض المغناطيسى، تماما كما تصطف برادة الحديد فى المجال المغناطيسى لأى مغناطيس. ومن الوجهة النظرية، إذا لم تكن هناك أية حركات للقارات على الإطلاق، أو

زحزحة القطبين، فإن تلك الحبيبات لا تكاد تتجمد فى مواضعها، حتى تشير على الدوام إلى القطب.

وفى الحقيقة فإن المجال المغناطيسى لكثير من مثل الصخور المستقطبة، إنما يشير إلى إتجاهات مختلفة، إما أنها تشير إلى اتجاهات مختلفة، تعنى إما أن أقطابها تحركت، وإما أن الصخور نفسها هى التى تحركت.

وهناك أسباب نظرية لها وجاهتها، تحمل على الإعتقاد بأن القطبين المغناطيسى والجغرافى، بينما يعرف كل منهما بأنه يتحرك بالنسبة للآخر، لا يتغيران على الإطلاق بأكثر من ١٠ أو ١٢ درجة. وعلى ذلك فإن أية صخور مستقطبة، تتجاوز أتجاهتها هذا القدر بالنسبة إلى الشمال المغناطيس، يمكن إفتراض أنها تحركت، أو أن القارات التى توجد فيها ربما قد تحركت، وهذا الدليل بلا ريب يدل على شئ من انحراف القارات، ولكن لا يدل على شئ مما إفترضه فجنر.

وأكثر من ذلك قبولا وجاذبية، ما تدل عليه دراسات مغناطيسية الصخور من أن (كل) القشرة الأرضية زحزحت بالنسبة إلى محور دوران الأرض. ومن العجب، أن مثل هذه الزحزحة العظمى أسهل تفسيرا من الحركة النسبية من كل حركة على حدة، وذلك نظرا لأن قيعان المحيطات تبلغ من الصلابة الدرجة الكافية لإمساك القارات فى مكانها، بينما القشرة ذاتها لا تبدو محكمة التماسك والربط مع ما تحتها من ستار.

نظرية القلص والإنكماش :

وهناك أيضا نظريتان خاصتان بتولد القارات، تستدعيان اليوم إنتباها جديا أكثر.

والقديمة منهما هى نظرية القلص والإنكماش، وقد ظهرت أول مرة فى أواخر القرن التاسع عشر، ثم عدلت بعد ذلك وحورت، لتصبح ذات صورة منطقية مناسبة، ولكن ليس من اللازم أن تكون صائبة. ومن وجهة النظر هذه كان للأرض الأولى، فى وقت ما قبل ثلاثة آلاف مليون سنة، غطاء رقيق متجانس من صخور البازلت. وعندما برد الستار الذى من تحتها تقلص السطح، وبدأ التصدع والتهشم، نظرا لأن الجزء الداخلى من الأرض، احتفظ بدرجة حرارة وبحجم ثابتين.

ولقد تسربت خلال الشقوق الأبخرة، رالغازات، والصخور المنصهرة، مكونة على التوالى المحيطات، والغلاف الجوى، ونوى القارات.

وهنا بدأت عوامل التعرية عملها، فحملت هشيم الصخور ليستقر حيث القواعد الرسوبية السميكة على طول حدود القارات الأولى الصغيرة،

ولقد نجم عن ضغوط تلك الطبقات تصدعات أخرى، غير بعيدة عن الشاطىء. وأحدثت هذه الشوخ الجديدة إنبثاق أبخرة، وغازات، وصهارات أكثر وأكثر من باطن الأرض، وتمت إضافتها إلى باطن الأرض، وتمت إضافتها إلى المحيط والجو، كما سببت نمو سلاسل الجبال على حواف القارات.

وبمضى الوقت، اتسعت القارات أكثر وأكثر بالمادة الجديدة التى

كانت تضاف إلى حوافيها، عن طريق ظاهرة التصدع والتشقق، وبالتالى كان التشقق ينتج بوفرة، كلما تراكمت الرسوبيات الناجمة عن تآكل القارات بعوامل التعرية.

والغرض الأساسى من النظرية هو إنكماش القشرة، وهو أمر يبدو بدور غير سهل التعليل، على أساس مجرد التبريد البحت للسطح، فقد يكون الإنكماش من نتائج تسرب البخار، والغازات، والصخور المنصهرة خلال ما تولد من شقوق وتصدعات.

وأن فقد تلك المادة، أدى إلى تقلص سطح الأرض الأصلى. وعلى ذلك، فقد تكون قشرة الأرض الأصلية (الأولى) عند حدود ما يعرف الآن باسم لامستمرة موهوروفسك، وكل ما هو عليه الآن من أسفل، خلال عدة آلاف مليون سنة التى مضت.

ولزاما علينا أن نولى أهتماما بنظرية تيار الحمل، التى تنادى بوجود سيال عظيم من المادة داخل الستار، يشبه إلى حد كبير ذلك الذى يحدث فى آنية الحساء، وقد تصاعدت منها فقاقيع الغاز، لكى تركز المادة الجرانيتية لأديم الأرض فى كتل عظمى من القارات على السطح، على هيئة الفقاقيع تقريبا.

ومن اللازم أن تفترض تلك النظرية أن كلا من الجرانيت والبازلت، كان جزءا من القشرة القارية الأولى، ولكن ليس لدينا ما يدل على أن الحال لم تكن كذلك. ومن اللازم أيضا أن تعالج حقيقة أن سريان المادة في الستار ليس سريانا على الإطلاق بالمعنى الذى نفهمه، ولكنه بطيء إلى أقلى حد، وربما كان بمعدل بوصة كل سنة.

وعلى أية حال، نحن بصدد أزمنة سحيقة، والمهم هو نشوء نوع من الحركة مهما كانت صغيرة، فإن بوصة كل سنة، عندما تمتد على طول عدة ملايين من السنين، تتمخض عن عدة مئات من الكيلو مترات.

ولكل من هذين الفرضين الحديثين، ما يؤيده من القرائن والأدلة، وليس أمرهما مستحيلا فى علم الطبيعة، أو حتى مما لا يقبله العقل، وهناك عدد وفير من علماء الجيولوجيا اليوم، يميلون إلى الجمع بين الفرضين، مع إعتبار أن الإنكماش هو الذى يلعب الدور الأكبر، بينما تلعب تيارات الحمل الدور الثانوى.

وبينما تلقى هاتان النظريتان اهتماما أكثر تركيزا عن غيرهما من قبل جمهرة الجيولوجيين، تظهر نظريات جديدة بصفة مستمرة. ولقد أقترح الجيولوجى البحرى بروس هيزن، أن الأرض (تتمدد)، وبهذه الطريقة وحدها يستطيع أن يفسر لنا الكثير مما لا يزال غامضا فى تاريخ الأرض.

فالتمدد هو الذى يشقق القشرة على طول خطوط التصدعات، التى منها تنبثق المادة الجديدة، وعندما تتباعد أجزاء القشرة عن بعضها بعضا، تعانى محتوياتها ضغوطا عالية، من أجل دفع الجبال دفعا جبريا.

وتلك قصة جديدة، ولمحة عاجلة، بل وفكرة أخاذة فى مرحلة نشوئها الحالية، تعد مجرد فكرة يجب أن تمحص وتدرس، بدلا من أن تأخذ كفرض، فرغ العلماء من أمره.

ولكن كل هذه النظريات تعالج موضوع قشرة الأرض، ومعظم الأشكال التى يراها سكان الأرض، تلك البحيرات الكبيرة، والتلال الوديعة،

والسطوح الثلجية المتألقة اللامعة، والسهول الخضراء اليانعة، والدلتا التى فيها المستنقعات شائعة، والصحارى الجرداء القاحلة، كلها من نتاج قوى أخرى.

وهناك نظم يكاد لايتصورها العقل من حيث المدى والقوة كونت، ولا تزال تغير من شكل قارات الأرض، وفصلت بين اليابس والبحر. ولكن يتبقى بعد ذلك ما نفكر فيه كمنظر طبيعى يخرج إلى حيز الوجود. وخلال تأملنا فى الطبيعة أيضا، علينا أن نغبط الجيولوجى، لأن متعته تزداد وتعظم، بفهمه وإدراكه للطريقة التى ظهرت بها للوجود، تلك الأشكال العديدة التى يراها أمامه.

صيد الكنز الأعظم :

من بين كائنات الأرض، تعلم الإنسان وحده حفر كنوزها، لكى يصنع الآلات، ففى العصر الحجرى، نقب الإنسان عن حجر الصوان، فلما تقدم به ركب المعرفة، اتخذ سبيله إلى عصرى البرونز والحديد. ولقد أطلق الفحم الحجرى الثورة الصناعية من عقالها، واليوم يمد ما فى الأرض من عصر اليورانيوم، العصر النووى بالوقود.

وأعظم ما تقدمه الأرض لنا من هدايا براقة، هى اليوم نفس ما كانت تقدمه دائما: الماس والذهب، فتبارك الله أحسن الخالقين .

الفحم ذخيرة ثورة :

منذ حوالى مائتى سنة مضت، عندمل راح الإنسان يستخدم الآلة المحركة، ويطرق الحديد الصلب فى الصناعات الحديثة، احتل الفحم مكان

الصدارة فى توليد الطاقة. وقبل أن تستعمله جيوش الرومان فى إيقاد نيران معسكراتهم بزمن طويل، كان إستخراجه من (مناجمه) مقصورا على أستخلاص ما هو ظاهر منه.

ولكن الآن، تحفر الآلات الصخور الصلبة على سطح الأرض وفى باطنها،حيثما توفر الفحم، وحيث يوجد الكثير منه. فمثلا يوجد الفحم تحت معشار مساحة الولايات المتحدة الأمريكية، ومعظم القدر المخزون منه فى الأصل، البالغ ٢ مليون طن، لم يمس بعد.

ويرجع أصل تكوين مخزن الطاقة الكامنة هذا إلى نحو ٣٤٥ مليون سنة مضت، عندما كانت مساحات واسعة من الأرض، عبارة عن مستنقعات تغطيها غابات كثيفة من النباتات، التى حجبت ضوء الشمس.

وبعد أن ماتت تلك النباتات حيث كانت، حدثت إضطرابات فى القشرة، وغطت الغابات البحار الضحلة مع طبقات من المواد الرسوبية، ثم أعقب ذلك أن ظهرت مكانها مستنقعات جديدة.

وفى بعض المناطق، حدث هذا التعاقب بين البحر والمستنقعات مئات المرات. وتحت تأثير الضغوط العالية، وبمضى الوقت الكافى، حدثت تغيرات كيميائية بطيئة، عملت على تصلب طبقات النباتات المتحللة، وتحويلها إلى حفريات.

وكانت النتيجة راقات أو طبقات من الفحم الحجرى، ما زالت تحتفظ بثروتها من الطاقة الشمسية، امتصتها النباتات فى العصور البعيدة.

الثورات البركانية والماس :

لا يوجد بون وفرق بين منظر مادتين كما هى الحال مع الفحم والماس، ومع ذلك، فأساس كل منهما هو الكربون. ولا يعرف أحد تماما ما يحدث فى أعماق الأرض، حيث يتم التغير المذهل من كربون هش إلى بللورات صلبة. ولكن لكى يتكون الماس، تدل التجارب على أن المواد الكربونية يجب أن تعرض لدرجات حرارة لا تقل عن ٥٠٠٠ درجة فهرنهيت أو ٢٧٦٠ سنتيجراد، مع ضغوط تزيد على المليون رطل على البوصة المربعة.

وقد لوحظ أن تلك الحالات يجب أن تسود فى بعض النقط التى على عمق ٣٩٠ كيلو مترا فى باطن الأرض. وما أن يتكون الماس، حتى يحمل إلى السطح بوساطة الصخور المنصهرة خلال الثورات البركانية. وعندما يتم تبريدها، يظل الماس باقيا فى القشرة على هيئة قائم. يسمى عرق خام الماس. وفى داخل العرق، توجد كتلة من الصخر. لونه يميل إلى الزرقة يسمى كمبرليت، يكون ملقحا بالماس.

وقبل اكتشاف هذه العروق بزمن طويل، بالقرب من كمبرلى بجنوب أفريقيا فى السبعينات من القرن التاسع عشر، كان عمال المناجم فى الهند وفى البرازيل يحفرون الأرض، ويستخرجون الماس المتناثر فى قيعان الأنهار الجافة. ولقد خلفت المياه الجارية تلك الترسبات، بعد أن ألتقطت الماس من العروق البركانية، ونقلته عبر العديد من الكيلو مترات.

وأفريقيا غنية بمثل هذه القيعان الغرينية، وبعروق الخام، وهى تنتج الآن ٩٧٪ من إنتاج العالم كل سنة، البالغ نحو ٢٢ مليون قيراط، أى أربعة

أطنان ونصف طن، وتستخدم فى الصناعة كمية قدرها نحو ٨٠٪، لأت الماس، هو أصلب مادة على الأرض، يستخدم كأداه لها فائدتها الصناعية، كما أن لها قيمتها كحلى وزينة للتجميل.

إغراء الذهب الواضح :

كان الذهب على الدوام أكبر عناصر الأرض قيمة، وذلك نظرا لقدرته، ولأنه جميل جدا، ويمكن شغله بسهولة، ولا يعتم لونه قط، وكان المصريون أول من أستخرجوه من مناجمه، وأعتبروه (العنصر الملكى). وجاهد المشتغلون بتحويل المعادن إلى ذهب إبان العصور الوسطى، من أجل تحقيق هذا الحلم الخيالى.

ومع ذلك، فقد كانت تلك الفكرة السبب فى أنجاز العديد من خطوات التقدم فى علم الكيمياء. ولقد كانت لهفة أوروبا وتحرقها من أجل العثور على الذهب، هى القوة الدافعة الدافعة على رحلات الإستكشاف التى فتحت العالم الجديد. ويعتبر رجال الإقتصاد الحديثون الذهب بمثابة (نقد الكرة الأرضية)، ونظرا لكونه الوسيط الوحيد المقبول فى عمليات التبادل الدولى.

وعلى ذلك، فقد نشط البحث عن الذهب، بحيث مرت الأيام التى كان فيها يجمع الخام تجاريا من قواعد مجارى المياه، والقطعة الخام التى تزن ٢٠٨ (وزن المنمات) أرطال، كان يمكن أن تحمل فى عربة نقل البضائع، كما كانت الحال فى أستراليا. أما اليوم، فمن اللازم أن يكد الرجال ويحفروا على أعماق أكبر، من أجل الحصول على الذهب. فعمال المناجم فى جنوب أفريقيا، قد نسفوا الصخر، وتعدوا خلاله إلى عمق يزيد على ثلاثة كيلو مترات.

وخلال جميع الأزمنة التى بُذلت فيها الجهود، وزهقت الأرواح من أجل الحصول على الذهب، يبدو أن ما جمع منها حتى الآن مقدار ضئيل للأسف الشديد. فقد قدر أنه إذا كان إنتاج العالم من الذهب خلال الفترة من عام ١٤٩٣ إلى عام ١٩٥٥ - وهى فترة تكتنف وتعم فترات أكبر نشاط إستخراج الذهب فى أمريكا اللاتينية، وكندا، وأستراليا، ،جنوب أفريقيا، وألاسكا - قد أذيب، لوصل حجمه حجم مكعب ضلعه ١٣,٥ متر فقط. أما قيمته، فهى على أية حال بالثمن الرسمى، تزيد على ٢١,٥٠٠ مليون جنيه. بأسعار عام ١٩٥٥.

معدن ثمين لعصر جديد :

أصبح اليورانيوم فجأه، أهم معدن يبحث عنه فى العصر النووى، بعد أن تم تفجير أول قنبلة ذرية فوق صحراء نيومكسيكو عام ١٩٤٥، كانت هى الأصل الذى تمخضت عنه أستخدامات القوى والأسلحة النووية. وكأى معدن عادى، ليس اليورانيوم بالمعدن النادر جدا، وليس له سحره الخاص.. ونظرا لأنه لا يوجد قط على حالة نقية، وقلما يكون مركزا.

غدا لزاما الحصول على مقادير كبيرة جدا من المادة الخام، حيث يتم تعدينها وتنقى، خلال عملية طويلة باهظة التكاليف، من أجل الحصول على مقادير صغيرة من الإنتاج النهائى.

ولكن القوى النووية العالمية، جعلت طلب هذا العنصر أمرا عاجلا، وهناك ترسبات من الخام الغنى، على غرار ما يوجد فى الكونغو، ورومانيا، وكندا، والولايات المتحدة، يتم تعدينها عى مقياس كبير، بقينما هناك بحوث عالمية مستفيضة لامدادات أكثر منه.

عالم من الأشعة فوق البنفسجية الساحرة :

فى ضوء النهار، لا يكون لكل المعادن نفس الجمال الواضح، فالكثير منها يبدو مظلما على نمط واحد، ولكى يتسنى التمييز بينها، تجرى بعض الأختبارات لتحديد طائفة من الخواص الطبيعية مثل التركيب، والصلابة، والوزن النوعى، إلى الاختبار المرموق يتضمن استخدام الأشعة فوق البنفسجية، التى تحيل أكثر المعادن إظلاما إلى قوس قزح بلون الشبح.

ولئن كانت موجات الأشعة فوق البنفسجية القصيرة تجعلها غير مرئية للعين البشرية، إلا أنها تحدث فى بللورات بعض المعادن نبضا، يطلق بعضا من الطاقة على هيئة أمواج أطول، مثل الضوء المرئى. وهذه الخاصية المعروفة باسم «التألق»، هى من صفات بعض المعادن الخاصة، بينما هى لا توجد فى معادن أخرى.

وعلى ذلك، وبالرغم أن عدم النقاء أو الفرق فى التركيب البللورى يمكن أن يعقد الأختبار، نجد أن التعريض للأشعة الفوق البنفسجية من القرائن التى لها قيمتها، فى عمليات التعرف على المعادن. ولقد أستخدم هذا الأختبار بكثرة فى كل من المعمل والحقل، من أجل البحث والتنقيب عن اليورانيوم،والزنك،والتنجستن.

ظهور بركان جديد

ليس منظر ظهور بركان جديد وهو يقذف بالحمم خارج أحد حقول القمح، أو منظر جزيرة تغق تحت الموج، أو منظر زلزال يدمر مدينة من المدن، من المناظر التى نألفها كل يوم. وبينما نجد الأرض على الدوام تعيد تنظيم مناظرها وأشكالها، إذا بهذا التغيير، وذلك التبديل فى وجه الأرض، يتم على مهل بدلا من أن يكون كارثة.

ولا تمنح فترة حياة الفرد على الأرض، الزمن الكافى لجعل تلك التغييرات واضحة أمام عينيه، وعلى ذلك، فإنه إلى أجيال قليلة مضت، كان من المعقول أفتراض -وهكذا فعل أغلب الناس- أن سطح الأرض يبقى فى أى مكان على حاله، وذلك يتوقف على (آخر حكم عليه). وكون أن التلال مخلدة، أو على الأقل، كما قالها وليم كلين براينت: «قديمة قدم الشمس»، أمر لم يشك فيه أحد بصفة عامة.

تشكيل المناظر الطبيعية :

علماء الجيولوجيا فى القرن التاسع عشر، كانوا قد عاينوا الأرض عن كثب من حولهم بدقة وعناية، وبدأوا فى التوصل إلى حلول كانت متوفرة طوال الوقت. ففى كل مكان، إما أن تتقدم خطوط الساحل، وإما أن تتقهقر. وحافة نياجرا راحت تتباعد بمعدل عدة أقدام كل عام.

وكانت بعض التلال (الخالدة) فى سبيلها إلى التحلل، بينما ظهرت تلال أخرى كأنها ترتفع. وبمرور الوقت، عرف الناس أنه حتى «طرطشة» نقطة المطر الواحدة على التربة، التى لا يشعر بها الإنسان، ورغم أنها تغرق

السوسة أو سوسة الخشب، لها قيمة ما، فى إعادة بناء منظر الأرض. وفى كنف هذا الهدم والبناء، صارت أطلال المعبد الأغريقى سيرابس فى بوزولو بجوار نابولى، نوعا من المعرض الجيولوجى، وعندما تم الحفر والتنقيب عن هذا المبنى، وتمت دراسته بمعرفة العلماء.

وجدوا أن العديد من أعمدته مازالت تقف منتصبة، وأن ثلاثة منها كانت تخترقها ثقوب، حفرت بنوع من قمطة ثاقبة، لا تزال مألوفة فى البحر المتوسط. بيد الذى حير الناس، هو أن بعض الثقوب عملت بجوار قمم الأعمدة، ولم تكن هناك طريقة معروفة، للأدعاء بأن أحدا قد تسلق الأعمدة إلى أعلى.

ولم يتسن حل هذه المعضلة، حتى هىء الناس أنفسهم لتصديق ما دلت عليه القرائن بكل وضوح وجلاء: إن المعبد فى زمن ما بعد تشييده، ابتلعه اليم، عندما هبطت الأرض من تحته. وقد حدث أن أرتفع المعبد من بعد ذلك، وظلت أعمدته قائمة رأسيا.

وليس هناك على وجه البسيطة أى شىء آخر، كما يبين ويتضح، يمكن أن يظل صامدا أو ثابتا، نظرا لوجود نظامين أساسيين من القوى، يدأبان على عمل صراع جبار، علق عليه الرائد الجيولوجى الأسكتلندى، جيمس هاتون، بقوله «لا نجد أى علامة للأبتداء - ولا صورة من صور المستقبل»، فتلك هى قوى الهدم الخاصة بالتجربة (التعرية بالجو)، ثم قوى الهدم الخاصة بالتعرية، أو التآكل، والتفتت، وقوى الرفع والتقليب. وتنصب تلك العمليات كلها على القارات، وكل ما تشتمل عليه.

وتفوق كل من التجربة والتعرية كل الوسائل الأخرى، التى تفتت الصخر، وتنقل أتربته لكى ترسبها فى مكان ما. أما البناء (دياستروفزوم) فهو يرمز إلى الأصل الأغريقي «التقليب الجيد»، الذى يعنى الوسيلة التى بها تستمد قشرة الأرض الخارجية المواد اللازمة لها، وكيف تتحرك وتنشىء، وتتصدع، وتطوى، وتسحب من أسفل.

ولو أن احدى هاتين القوتين اكتسبت أقوى شدة لها، لأدى ذلك إلى عالم لا تسطيع معرفته. فالتعرية وحدها يمكن أن تكسح معظم أمريكا الشمالية إلى المحيط، خلال ٢٥ مليون سنة، ولا تخلف إلا أرضا منبسطة منخفضة، قد يغطيها فى النهاية البحر.

وعمليات البناء، من غير أن نختبرها، من شأنها أن تجعل لسطح الأرض معالم وحدود واضحة. والبناء هو الذى يجعل لسطح الأرض تضاريسه ومعالمه الوعرة، كجبال القمر التى لم تمهدها عوامل التعرية. ولا يحدث مثل ذلك على الأرض، نظرا لأن التوازن بين قوى النشوء أو البناء وقوى الهدم قائم على الأرض، ولو أن وجودها لا يعكر صفو الأمن والسلام.

التطاحن بين قوتين :

وما أن تم فهم طبيعة التطاحن القائم بين القوتين، حتى تمكن العلماء من توضيح معظم ما غمض منذ القدم، وغاب عن الفهم والإدراك من تضاريس الأرض، ومن ثم التعرف على العلل والنتائج. وعلى هذا النحو، فك رموز ما تدل عليه الصخور المختلفة ومعرفة مدلولها. وتمت قراءة شفرة حجر رشيد بالنسبة لعلم الجيولوجيا، ومن ثم أمكن أن تبدأ الدراسة.

ومصادر القوى الجبارة التى رفعت الجبال، بمنأى عن الأنظار فى أعماق الأرض، ولكن معظم هذه العوامل الخاصة بالتعرية، إنما تمارس وظيفتها أمام أعين الناس أجمعين، وأقواها وأبعدها أثرا الماء الجارى،

ولقد سبق أن عرفنا أن الغلاف الجوى يحمل كل عام نحو ٤١٧,٠٠٠ كيلو متر مكعب من بخار الماء، وأن معظم هذه الأبخرة تعود فتسقط على المحيط، إلا أن نحو ١٤٦,٠٠٠ كيلو متر مكعب منها يصل الأرض على هيئة مطر ، أو ثلج، أو جليد متميع، أو برد، أو ندى.

ويتسرب جزء كبير من المطر إلى باطن الأرض، ويتبخر جزء كبير من هذا مرة أخرى من قبل أن يسيل ويصل إلى مناطق ثانية. ولكن المقدر بالحساب، هو أن عشرة آلاف بليون جالون تجرى منطلقة لتصب فى البحر، وذلك هو الفيضان الذى يصبح بمرور الأعوام، الآلة العظمى التى تشكل الأرض.

النحت والتشكيل :

وليس أمر النحت والتشكيل متوقفا على الماء النقى نفسه، بقدر ما يتوقف على ما يحمله الماء معه من جسيمات ومواد كيميائية. فتغير ماء المجرى من الماء النقى، الذى يتدفق مسرعا من أعلى الجبل إلى تيار بنى هادىء لنهر رئيسى، إنما يدل كيف يضيف كل رافد نصيبه من الجسيمات إلى المجرى الرئيسى.

فمثلا تكون مجموعة نهر المسيسبى، المصرف الطبيعى لمساحة من الأرض تقدر بنحو اثنين وربع مليون كيلو متر مربع.

وفى خلال العام الواحد، ينقل النهر من منطقة الصرف ومجارى روافده نحو ٦٠٠ مليون طن من الطين، والطمى، وحطام المعادن، وأجزاء فى مثل حجم رأس الدبوس من الصخر الخام، ويجرى بها إلى خليج المكسيك، وما يحمله من الترسبات المتراكمة. ومن أول شريحة من صفائح الميكا اللامعة التى يكشفها مجرى من المجارى الجبلية، إلى أخر حبة رمل من الكوارتز فى أسفل المجرى، تشارك كل حبة وتقوم بعملها فى بناء مجموعة أسنان المسيسيبى، التى تنحر وتقرض شواطىء النهر وقاعه على طول الطريق.

قوى التعرية :

وسرعة سريان المياه، من العوامل الأساسية التى تكون قوى التعرية فى تلك المجموعة. فإن مجرى الماء الحديث نسبيا، الذى ينحدر بشدة على سفح جبل من الجبال، ليسرى بسرعة ٣,٥ متر فى الثانية، لا يحمل معه فقط جسيمات صغيرة عالقة، وأملاح المعادن المذابة فى الماء، ولكنه يطوى ما يقابله من كتل الحصى والحجارة،

وحتى الجلاميد أو الحجارة الكبيرة، ويدفعها ويدحرجها إلى أسفل الجبل على طول قاعه. وعندما تهبط سرعة المياه، ينقص ما يتدفق منها من فوق الجبل، فتبقى الصخور الكبيرة نسبيا فى مكانها، ثم تتخلف من بعدها الصخور الأصغر، بحيث يكون المجرى نوعا من الآلة التى تفرز الحجارة والحصى، فيتدرج ما تحمله أو ما يعلق فيها من أوزان، تدرجا دقيقا إلى حد كبير، لأن أول ما تسقطه هو المواد الغليظة الثقيلة.

ويصل الحصى والرمل إلى القاع وإلى الشواطىء، قبل أن تترسب جسيمات الطين. وهذا النظام، وتلك العملية، هى التى كونت ترسبات الذهب، والصفيح، والبلاتين، التى تم الكشف عنها بمى يسمى التعدين «الترسبى» (أو التعدين بغسل تلك المعادن وتخليصها من الحصى).

وكثيرا ما كانت تلك المعادن الثقيلة التى تترسب فى مجرى الماء الحامل لترسبات المواد الخام فى الجبال، يتم تركيزها تحت تأثير عملية الفصل أو الفرز، التى تقوم بها المياه الجارية. وبالمثل، عندما يترك تيار مائى سريع حدود أخدود من الأخاديد، فإنه يغير معدل سريانه وتدفقه عندما ينساب فوق الأرض المنبسطة، ويرسب طبقة حديثة العمر نسبيا من الطين، والطمى، والرمل، على هيئة مروحة من المواد المفروزة فرزا جيدا، فتوجد المواد الكبيرة الثقيلة بالقرب من الأخدود، والمواد الأصغر والأكثر دقة على حدود المروحة الخارجية.

تكوين الأودية :

وفى العادة، يبدأ تكوين أى وادى نهر عظيم كقنوات صغيرة على الأسطح الهشة على جوانب التلال، وكلما هطل المطر، يزداد عمق المياه بفعل المياه الجارية، ويسلك المجرى دائما الطريق السهل والأقصر، المؤدى إلى سفح الجبل.

ولو كانت المياه الجارية هى عامل التعرية الوحيد، لأصبح المقطع العرضى الذى تحفره تلك المياه منحدرا عميقا رأسى الجوانب. ومع ذلك، فهو يتخذ شكل حرف (V)، نظرا لأن الجوانب تتآكل بمياه الأمطار،

والصقيع، وعدة عوامل أخرى، تعمل فى نفس الوقت الذى يحفر فيه التيار القاع.

وعندما يزداد المجرى اتساعا، يزداد كذلك مايحمله من المواد المفتتة أو الطاحنة، حيث تزداد قوة القطع والنحر، ازديادا يتناسب طرديا مع مقادير تلك المواد الطاحنة. وعلى التدريج يزداد القاع عمقا، وتتفتت أى طبقات مترسبة على الجوانب، وتنفصل منزلقة إلى أسفل الوادى.

وبذلك يتم تعريض مواد أخرى جديدة هشة لفعل التيار. ومع مرور الزمن، يؤدى سريان المياه السريع فى الأنهار الحديثة إلى تسوية القاع، وهذا بدوره يؤدى إلى إحداث ميل خفيف، يعطى تيارا بسيطا.

وبمرور الزمن، تأكل مياه الأمطار الحديثة السريعة التدفق، وكذلك الشلالات، ما يعترض طريقها من نتوءات تقاوم الحركة، ويقلل الميل العام الناجم عن هذه العمليات من حدة التيار. وعندما يتقدم بها العمر، تتسع وديان المجارى التى كانت أول الأمر سريعة ومستقيمة، وتصبح تلك المجارى أنهارا قديمة مثل هوانج هو، والمسيسبى، اللذين ينسابان ببطء عبر وديان فسيحة. وتتميز تلك الوديان بكونها مسطوحة ومعبدة، بسبب ما تحمل من طين، وطمى، ورواسب، قامت الأنهار بتوزيعها، وهى تعرف باسم، (سهول الفياضانات).

وفى مواسم المياه العالية، قد يغمر النهر شواطئه، إلا إذا احتجزتها السدود، ويفيض على السهل فيضيف طبقة من الغرْين فوق المساحات كلها.

وقد تبنى بعض الأنهار حواجزها بنفسها، بأن ترسب الطمى على طول شواطئها أثناء الفياضانات.

وبمرور الوقت، تعجز عن غمر الوديان، باستثناء حالات أرتفاع الماء إلى أقصى حد.وعندما تكون القيعان المتنوعة ينحرها نهر حديث، ذات صلابة مختلفة، يغدو شكل الوادى الجانبى على هيئة (V)، وأكثر من ذلك على هيئة زوج من السلالم المتقابلة.

ولقد عمل النهر الجديث كلورادو فى أخدوده العظيم (حراند كانيون)على تكوين مثل هذا النوع من (الوديان ذات الدرج)، خلال عشرة ملايين من الأعوام، فكون أكثر مناظر الطبيعة غرابة فى الولايات المتحدة الأمريكية.

وفى بعض الأماكن، بقطع الأخدود ٢,٠٠٠ متر داخل هضبة كلورادو. ونظرا لأن بحيرة ميد التى فى أسفل المجرى تنخفض عن قاع الأخدود العلوى بمقدار ٧٠٠ متر، فمن الواضح أن الأخدود العظيم (جراند كانيون) سوف يزداد عمقا إلى حد كبير، خلال بضعة ملايين السنين القادمة.

وبعد إزالة فروق هذه المستويات إلى آخر متر فيها، لن يكون الأخدود حديثا. وسوف يكون النحر أو القطع إلى أسفل فى الطرف، وعندئذ يقوم النهر بعمليات تعرية جديدة، تتضمن نحر الجوانب.

ومعنى النحر الجانبى أن التجول أو أنسياب النهر هنا وهناك، سوف يتمخض عن إنهاء كل الصخور التى تبرز كالقباب المستطيلة، أو تظهر كالنتؤ أو البروز، كتلك التى تقف الآن بمظهرها الرائع، فى فجوة العشرين كيلو متر من الهضبة المتآكلة بين قمم الشمال والجنوب. وحتى القمم، سوف تجبر على التراجع. وبمرور الوقت الكافى سوف تؤدى عملية الخفض

والرفع الجديدة، التى على غرار ما عهدته المنطقة من قبل، إلى أن يصبح الأخدود العظيم فى المستقبل البعيد، عبارة عن خطين من الحروف المنحدرة العالية، التى تعترض طريق سهل فيضان عرضه ٨٠ كيلو مترا، ينساب فى خلاله مياه نهر كلورادو الهرم فى رفق، من فوق غطاء سميك مما رسب ذاته من مواد.

وتجرى أنهر الماء وروافدها، بينما تزحف الثلاجات فقط، ومع ذلك، فإن الجليد الذى يسرى هو عامل أساسى كذلك من عوامل التعرية. فالثلاجة عبارة عن مجموعة الثلج الذى ضغط تدريجا إلى جليد.

وبمضى الوقت، يصل وزنها من الكبر درجة يبدأ الجليد معها فى الأنزلاق إلى أسفل الجبل، ناحتا ومهشما الصخور التى من تحته أثناء مروره عليها، وذلك بوساطة الحجارة والجلاميد الملتصقة فى القاع.

ومن ثم يتم تعبيد التربة وتهذيبها. وينطبق ذلك على كل ما يصادفه الجليد فى طريقه. ولكن النهر إنما يتحرك فى خلال ثوان معدودات، عبر مسافات تقطعها الثلاجة فى المتوسط خلال عام كامل.

وهناك ثلاجات عديدة فى جبال الألب، تزحف إلى أسفل الجبل بمقدار قدم واحد فى اليوم، بينما فى ألاسكا ثلاجات تتقدم بسرعة قدرها نحو ١٣ مترا فى اليوم الواحد كذلك.

وليست قلة السرعة دليلا على عدم فاعلية الثلاجة فى تشكيل التضاريس وتكييفها. فعندما يكون سمك الثلاجة نحو ٣٥٠ مترا، تجدها تؤثر بقوة تبلغ نحو ٣٠ طنا على القدم المربعة من قاع الوادى الذى من تحتها. وهذا الضغط يمكن الحجر الذى تسحبه الثلاجة معها من أن يبرد،

ويسوى صخور القاعدة التى من تحته. وفى الواقع، لا تبدأ الوديان بالثلاجات، ولكن التعرية بالثلاجات تعيد تشكيل التضاريس التى يخلفها الماء الجارى. وتسفر النتيجة على ظهور وادى على هيئة حرف (U)، بقاعدة فسيحة مسطحة أو مستوية، وجوانب عظيمة الأنحدارتنتشر فيها بقايا الصخور التى تترسب بعد أبتعاد الثلاجة.

وفى هذا العصر، لا توجد طاقيات ثلجية على الأرض، إلا التى تغطى جرينلند (الأرض الخضراء) ثم منطقة القطب الجنوبى.والغطاء الجليدى الذى أنتشر من آن إلى آخر على القارات الأخرى فى الماضى، غير من منظر الأرض الطبيعى، كما تفعل الثلاجات الجبلية، ولكن على نطاق أوسع بكثير.

وتنتشر الطاقيات الثلجية على أنصاف أقطارها، مكتسحة أمامها كل الأشياء غير الثابتة والبارزة التى من تحتها. وقد أكتسح الغطاء الجليدى المعروف باسم لورنت، الذى سبق أن انساب إلى شمال أمريكا، معظم كندا حتى عرى الصخور السفلى، مخلفا وراءه منخفضات ضحلة تمتلىء اليوم بالبحيرات، وأرضا عارية خاوية على عروشها، لا تسطيع اليوم أن تتحمل الزراعة إلا بصعوبة.

وجريا على ما يعتقد أن أسكنديناوة ما زالت ترتد صاعدة بعد الذى عانته تحت وطأة الأثقال التى جعلتها تنخفض بضغط الثلوج إبان العصر الجليدى الأخير، فبالمثل هناك أجزاء من أمريكا الشمالية لاتزال تتخلص من اعباء الجليد اللورنتى الذى غطاها. وبعد أن وصل الغطاء الجليدى إلى سانت لويس فى أواسط الغرب، وإلى مدينة نيويورك فى الشرق، سبب

هبوط القشرة الأرضية إلى أسفل، عبر مسافة تقدر بنحو ٣٥٠٠ متر، وعلى هذا النحو، نقل إلى الجنوب قواعد الأراضى الشمالية القديمة، ذات التربة الخصبة.

ولقد أضطلع الغطاء الجليدى العظيم بأعمال أكثر من نقل التربة. فخلال العديد من القرون التى كان الجليد فيها يتقدم ثم يتأخر، برزت حوافه الأمامية، محملة إلى حد ما بما جرفت قاعدته من الطين الدقيق، المكون مما يعرف باسم مواد (اللاتجونة).

وقد احتوى ذلك الطين من أجزاء صغيرة من الكوارتز، والفلدسبار، و (الميكا)، والكلسيت التى أنتزعت من صخور القاعدة. وسريعا ما تجمد ذلك الطين، الملىء بالحصى وجريش الصخور. وبعد ذلك، تعرض لرياح العصر الجليدى العاتية، التى كنست المسحوق الجاف. وحملته بعيدا بعواصف رمال، لم تعهد الأرض مثلها منذ ذلك الحين.

واليوم، من بحر قزوين وعبر سهول وسط أسيا، إلى حوض هوانج هو، فى الصين، ومن جبال الهوكى إلى حدود بنسلفانيا الغربية فى الولايات المتحدة الأمريكية، توجد ترسبات تمتد إلى عمق مئات الأمتار من الدلغان (لوم) الغنى المعروف باسم الطين، ويتكون من نفس جسيمات غبار الصخور، التى عرضها غطاء الجليد للرياح، وهو عبارة عن مادة تثير الأهتمام، فقد يحفر بسكين، كما يمكن أن تنحت فيه مغارات إرتفاع الواحدة منها عدة أمتار.

والطرق التى تجرى فوق تلك الأراضى الصلصالية، تغوص وتنخفض على التدريج كل عام، وفى الصين، بعد أن تم أستخدامها سنين طويلة،

هبطت إلى أسفل عبر مسافة وصلت نحو ١٣ مترا تحت سطح الأرض على الجانبين.

وتطالعنا الترسبات الصلصالية البعيدة على الجانبين بما يمكن أن تفعله الرياح، لكى تكون أكواما من المواد التى خلفتها عوامل التعرية، ولكن لن يسمح لنا ذلك بأن نتجاوز الحد فى تقدير الرياح وحدها، فتعتبرها عاملا من عوامل النحت.

ومنذ زمن غير بعيد، كما تذهب الجيولوجيا النظرية، أرجع أمر تلك الصخور التى خلفها القدر، والعرائش، والأقواس، والقبوات، والحلزونات، والقناطر الطبيعية، الموجودة هنا وهناك فى المناطق الصحراوية، وأسندت كلها إلى فعل الرياح، أو تعرية رياحية.

والآن، يعرف علماء الجيولوجيا أن الماء كان هو العامل الأساسى فى عمليات الهدم والنحر. وعلة ذلك أن الرياح ينبغى أن تحمل معها الرمال والحصى، قبل أن تسطيع القطع والبتر، وحتى الرياح الشديدة، لا تسطيع حمل الرمال الثقيلة إلى إرتفاعات تزيد على مترين أو ثلاثة. ويمكن أن تحمل الرياح الرمل إلى إرتفاعات أكبر بكثير إلا أنه عديم الأثر فى التعرية.

وكثيرا ما تكتسب الأقواس الطبيعية والقنوات أشكالها الغريبة الشاذة، بفعل التجوية الآلية، وهى عين الطريقة التى تشاهد فى المناطق الصحراوية، وتزداد عنفا بالمناخ الجاف، ومع التغيرات الواسعة فى درجة الحرارة.

ويلعب ضوء الشمس دورا فى هذا الشأن، فالحبيبات المعدنية المعتمة

اللون فى قطعة من الجرانيت، ترتفع درجة حرارتها بمعدل أكبر من معدل تسخين القطع الأقل كثافة، وتنجم عن الأختلافات فى معاملات تمددها، ضغوط واجهادات تهشم السطح وتحوله إلى كتلة من البللورات غير المتماسكة.

وعندما يتجمد الماء داخل الشقوق والفجوات التى فى الصخور، يؤدى إلى كثير من ذلك التفتيت، فهو يتمدد بمقدار ١٠٪ عندما يتجمد، فيعمل كعمل (العتلة) التى يوسع بها الشق، أو تكبر بها الفجوة.

وفى مناطق الغابات، تقوم جذور النباتات والأشجار بعمل مماثل، عندما تخترق الصخور الصلبة، رتعمل على انقسام الصخور بمجرد النمو.

المياه الجوفية :

وهناك جانب كبير عن التجوية يتم تحت سطح الأرض. فنقط الماء التى تمتصها الأرض، تملأ الفراغات الموجودة بين جسيمات التربة والرمل، وتخترق مسام الصخر المسامى. وبصفة عامة، تغزو تلك النقط القشرة إلى غمق عدةآلاف الأمتار. وهى التى ترفع مستوى الماء فى التربة، الذى هو عبارة عن السطح العلوى لمنطقة تكاد تكون مشبعة، وتتبع بطريقة خشنة تضاريس الأرض.

ويظهر مستوى الماء على سطح الأرض على هيئة البحيرات والمستنقعات، كما يقطر من جوانب التلال، وينبثق من الفجوات وينشع فيها، ويملأ الأجزاء السفلى من الآبار، أو يندفع إلى أعلى من الآبار الأرتوازية.

ومن الجائز أن يكون هناك ماء تحت الأرض فى وقت ما، أكثر من

مياه البحيرات والأنهار مجتمعة، وهذه المياه الجوفية إنما تصفى المركبات الكيميائية من إحدى التكوينات، لكى ترسبها فى تكوينات أخرى.

وعندما يحمل الماء قدرا كافيا من حامض الكربونيك - من غاز ثانى أكسيد الكربون الجوى المذاب، والمواد العضوية المتحللة - وعندما تتحلل تكوينات الأحجار الجيرية، تحدث التجوية الكيميائية. فإن الحامض يأكل أو يذيب الصخر، ويصبح الماء ممتلئا بالحجر الجيرى المذاب على هيئة محلول كربونات الكالسيوم.

وفى مسطوحات الحجر الجيرى، قد تنهار الأرض محدثة الحفر المعروفة باسم (ثقوب الأزدراد) فى أنجلترا، (والكارستات) فى أوروبا، و(السينونات) فى يوقاطان، وثقوب البالوعة فى فلوريدا، وفرجينيا، وتنيسى، وكنتكى، أما فى أنديانا، فهى تعرف باسم الهواء الملوم، حيث قد توجد المئات منها فى الكيلو متر المربع الواحد.

ونفس عمليات الترشيح هذه، هى التى فرغت ونحتت تلك التجاويف الأرضية فى كهف لوراى بفرجينيا، وكهف ماموس فى كنتكى، وكل كهوف كارلسباد التى لا تحصى بنيومكسيكو، بحللها الواقعية من أعمدة الستالاكتيت، والستالاجميت، وعروق الصخور الصلبة، وكلها مما ترسب من كربونات الكالسيوم نقطة بعد نقطة على هيئة (حجارة القطر).

وتتضمن المادة العديد من المعادن، مثل التى توجد فى مجموعة الحديد-مغنيسيا، تلك التى تنشأ على عمق كبير فى باطن الأرض، وتصبح غير مستقرة عند السطح.

وتعتبر صبغة اللونين الأحمر، والبنى التى تظهر على الصخور المتضمنة لها، من علامات تحللها الكيميائى، عندما تهاجم بحمض الكربونيك وأوكسجين الجو.

ويمكن أعتبار التجوية، الوسيلة الأساسية والقاعدة التى ترتكز عليها عمليات التعرية، وذلك لأنها تولد وتكون أول حطام الصخور وأجزائها الصغيرة، التى تستخدمها المياه والرياح فيما بعد، لإنجاز ما يقومان به من طحن وصحن. أما أهمية التجوية بالنسبة إلى الإنسان، فهى واضحة لأنها تمد التربة بالعناصر الرئيسية، التى بدونها ما دبت الحياة فى القارات. وعلى الرغم من أن التربة تحتوى كذلك على مواد عضوية متحللة،

إلا أن أساس تركيبها هو الجسيمات المعدنية، وحطام الصخور، وأتربتها التى تكون تربة القارات، والتى مآلها، فى المستقبل البعيد أن يتم تضاغطها إلى صخر مرة أخرى. وما الحصى والرمل الذى يكون التربة، إلا وسط مثالى لنشاط نمو النبات.

فمن اللازم أن يحصل النبات على الأزوت فى صورة مذابة، لعدم أستطاعته امتصاصه مباشرة من الهواء. وتحصل النباتات على الأزوت بطريقتين: يحوله البرق إلى أوكسيد الأزوت الذى يذوب فى ماء المطر الهاطل إلى التربة، كما تحوله بعض أنواع البكتريا التى فى التربة من غاز إلى مركبات يمكن أن يمتصها النبات.

فالرغام، وما تفرزه دودة الأرض، وإفرازات غيرها من الأحياء الموجودة فى التربة، كلها تعمل كخزانات للأزوت القابل للذوبان.

ودورة الآزوت هذه لازمة للحياة، والصخر الذى تعرض للتجوية، فى التربة أساسى، ولازم لتكرار تلك الدورة.

ولقد رأينا فى أبتداء هذا الباب، أن البحر يلعب على الأقل دورا جانبيا فى أرتفاع وانخفاض الشواطىء. وهو كذلك من عوامل التعرية، ففى كل عام، يدفع ساحل كل أقليم الضريبة للمد والجزر، وللأمواج التى تثيرها وتدفعها الرياح، وذلك فى صورةآتربة خشنة دقيقة، تسحب إلى القيعان الرسوبية للأرصفة القارية.

ومع ذلك، فإن المحيط فى مقدوره أن يضيف بعض الشىء إلى منظر الأرض الطبيعى، كما يمكنه أن يستقطع منه بعض الأجزاء. وإن ثغرة الرملة العظيمة المعروفة باسم (كيب كود) فى ماساشوستس، تتآكل على الدوام على طول الجهة التى تتعرض بها للمحيط الأطلنطى.

إلا أنه يعاد بنائها بصفة مستمرة بتكوينات رملية، تلتف من حول خليج كيب كود المحمى. والسياج الرملى العظيم، الذى يقع بعيدا عن الشاطىء فى خليج كيب هتراس، والذى أمد أخوان رايت بمياه جيدة للأنزلاق فى كيتى هوك، كلها تم بناؤها بمعرفة البحر، بمواد جلبها معه من أراضى شمال كارولينا، التى تقع فى الداخل من ألبمارل ويمليكو ساوندز.

وظائف البحر فى دورة التعرية :

ولكن أولى وظائف البحر فى دورة التعرية، هى أن يستوعب كل نفايات الأرض. وفيه ينتهى مآل كل القارات وتدفن، إذا لم يعمل شىء قط على مقاومة التعرية، وأملاحه المعدنية، بما فيها كلوريد الصوديوم، هى

عبارة عن خليط هائل جيد المزج من المواد المذابة من الصخور. أما قاعدته، فهى خليط أكبر مما انجرف من الأرض. ويتم ترسيبها بطرق مختلفة، فتيارات السحب السفلية، تحمل معها الرمال، والحصى، والطمى، وتجلبها من الشاطىء.

وفى بعض المناطق، تكثر أصداف الأحياء لدرجة، كما هى الحال مع المرجان، أنها تصبح بقايا لها قيمتها. وعندما يصير ماء البحر محليا فى حالة فوق التشبع ببعض الأملاح، مثل كربونات الكالسيوم،يتم ترسيب تلك الأملاح مكونة رواسب على القاع.

وإن أكتمال نمو الرواسب وتزايدها، قد يغطى قواعد مياه مثل تلك الأمتدادات الضحلة للمحيط، التى عند خليج هدسون وبحر البلطيق، ولكنها فى مناطق أخرى تتركز على الأرصفة القارية، فتعمل على تقليل الميل إلى أعماق تختلف من ٧٠٠ إلى ١٠٠٠ متر، ولا تصل ترسبات وفيرة من الأرض إلى قيعان أعماق المحيط.

ولكن فى دلتا الأنهار الى تقع معظمها تحت الماء، يحمل قاع البحر والقشرة التى من تحته الوفير من الأثقال، الناجمة عما ترسب من مواد. وإقليم بيدو نت بإيطاليا، عبارة عن سهل طفلى عظيم، مكون من مثل ترسبات المجرى هذه، ويمتدد سهل مماثل من حواف مياه سلسلةسيرانيفادا الغربية فى الولايات المتحدة الامريكية.

وتكاد تكون لكل نهر دلتا، إلا حيثما يكون البحر عميقا أو تكثر فيه الدوامات. وربما يبلغ سمك غرين دلتا المسيسبى الآن ١٠٠٠٠ آلاف متر، ولا يعرف أحد كم هو ثقله. ويظن بعض الجيولوجيين أن بعضا من أجزاء

أرضية الخليج، لا تزال تغوص كلما تكومت الترسبات، بينما يقول آخرون أن الأرضية تغوص من نفسها، وأن الطمى وفتات الصخور الوافدة من نهر المسيسبى لا تؤثر فيها.

وكما أن مكونات الترسبات الصغيرة تدفن الكبيرة منها، فإن هذه الأخيرة تضغط فى الصخر الصلد، فالقاع المملوء بالحصى تصبح به كتلات، والرمل يصبح حجراً رمليا، والطين الطفلى يغدو طفلة، والشرائح الكلسية تتحول إلى حجر جيرى.

ولو أن معظم الرسوبيات ينتهى بها الأمر فى المحيط، فإن العمليات الدورية لإرتفاع القشرة، وتغيرات مستوى البحر خلال العصور الجليدية وعصور ذوبان الجليد، نجحت فى ترك صخور رسوبية فى كل مكان تقريبا. وتغطى هذه المواد حوالى ٨٠٪ من سطح الأرض، ولو أن الجزء الأكبر بكثيرمن القشرة، مازال يتكون من الصخور النارية.

ولكل صخر رسوبى أساسى معدل رسوبه الخاص، وهو قياس إختيارى، يتوقف على طول الوقت الذى يستغرق فى بناء طبقة سمكها قدم أو متر مثلا، وعلى الرغم من أن تلك المعدلات يمكن أن تقدر، فإنها تتغير بدرجة كبيرة بالنسبة لكل صخر،

ويعتمد ذلك على مدى موافقة الظروف المحلية. والطفلة، وهى أكثر الصخور الرسوبية وجودا على القارات، لها أسرع معدل: ٣٠٠٠ سنة للمتر، بينما يبلغ متوسط معدل ترسب الحجر الجيرى ١٨,٠٠٠ سنة.

ويتطلب الحجر الجيرى زمنا أطول، نظرا لأنه إنما يتولد فى الأصل

من مواد مصدرها أصداف وهياكل الأحياء المائية، وهى لا تعتبر مصدرا غنيا للرواسب، كما هى الحال مع النهر أو المجارى المائية.

وعن طريق قراءة الحادثات التى مرت بالأرض، وسجلت بين طيات قشرتها قراءة واعية دقيقة، يستطيع عالم الجيولوجيا أن يكشف الشىء الكثير عن تاريخ التعرية والتقلبات الأرضية. فطبقة الحجر الجيرى، مهما كان إرتفاعها الحالى فوق سطح البحر، تبين أن تلك المنطقة كانت فى يوم من الأيام تكون قاع بحر من البحار، عاشت فيه أسلاف الأسماك الصدفية، والقواقع، والحلزونيات.

وطبقة الفحم الحجرى الموجودة، تفصح عن مستنقع قديم، تحللت نباتاته الوفيرة تحللا جزئيا، عندما أغرقتها المياه، ثم دفنت تحت الصخور التى تكونت بعد ذلك. وبالمثل، فإن طبقة الملح أو الجبس إنما تدل على توفر مقدار عظيم من الماء المالح، دفن أو جف فيما بعد.

وقد يحدث أحيانا أن تختلط كل الطبقات مع بعضها بعضا، فلا يستطيع التاريخ فك الرموز إلا مع ما ندر. فقد توجد إحدى سلاسل الطبقات الرسوبية مائلة بزاوية تحت السطح، بينما تقع فوقها سلسلة أخرى فى وضع أفقى.

ومثل هذا الوضع يسمى «اللاتطابق»، وهو دليل ناصع على توفر ثلاثة عوامل جيولوجية، أثرت فى تلك المنطقة فى تتابع معلوم. وأول تلك الحادثات أن قيعان الرسوبيات أرتفعت ثم زحزحت وتركت فوق مستوى سطح البحر بعوامل تحركات القشرة.

والعامل الثانى هو التعرية، التى راحت تنحت الطبقات التى أرتفعت حتى جعلتها مسطحة.

أما العامل الثالث، فيتلخص فى أن تلك المنطقة هبطت فى النهاية مرة أخرى تحت مستوى سطح البحر، وبذلك تهيأ الظروف لتكوين طبقات رسوبية جديدة من فوقها.

ولقد كانت دراسة الزمن المستغرق فى تلك العمليات المتوالية من بناء الجبال، والتعرية، وتكون الرسوبيات، ثم رفع المنطقة بعد ذلك، أهم أعمال الجيولوجيين، وشغلهم الشاغل خلال القرن الماضى.

وظهرت طائفة أخرى من الباحثين تعمل فى العلوم الأرضية، وتساعد فى مجال البحث والتنقيب، وتلك هى جماعة علماء الحفريات، أو صائدى الأحافير. وعندما راحوا يدرسوا نفس الصخور الرسوبية، عثروا على كل أنواع القرائن، الضعيف وغير الواضح منها، والواضح، للصور والأشكال الأولى لألوان الحياه على الأرض .

وعندما رتبوها فى تتابع منتظم تبعا لأعمار الصخور بالنسبة لبعضها بعضا، أستطاعوا أن يقدموا للطلبة الذين يدرسون التطور، أكبر القرائن المفيدة. وإن الصور الكبيرةالتى تم رسمها بكافة الخطوات المتعلقة بالتغيرات الجيولوجية والحياة المعقدة الآخذة فى التزايد، هى صورة أكثر إقناعا، وأبعد أثرا، من دراسة أى منطقة بعينها، والأقتصار عليها دون سواها. وحتى الآن، تحدث هذا الفصل فى حدود القوى الطبيعية، التى تكون أحيانا فى توافق مع بعضها بعضا، كما تكون متضادة أحيانا أخرى.

وحتى الآن، ما من شك أنه فى حدود الزمن الجيولوجى، كانت تلك القوى هى الوحيدة التى تعمل وتؤثر،

ولكن ظهر حديثا جدا عامل جديد، لم يتوفر الوقت بعد لمعرفة مدى تأثيره المستمر بين عوامل التعرية، إلا أن ما تم تسجيله عنه خلال فترة التاريخ القصيرة التى تم تدوينها، إنما يثير الأهتمام.

فإنسان العصر الحجرى القديم، الذى لم يكن نوعا متوفرا على أية حال، لم يترك سوى أقل الآثار، ربما بدأ عرضا ببعض حرائق الغابات على وجه البسيطة. وقد عمد ملاحو العصر الحجرى الحديث ورعاة الغنم، منذ حوالى ١٠,٠٠٠ سنة مضت، إلى حرق بعض الغابات فى الشرق الأوسط، من أجل زراعتها، وعندما تم إجهاد التربة، راحوا يحرقون أشجار أكثر وأكثر.

ولكن تعلم أول من أستوطنوا النقب بجنوب فلسطين، ملاحظة آثار التعرية فى تلالهم، عن طريق بناء مجموعة متوالية من أطوال الخزانات على طول المنحدرات، بحيث سقى كل خزان مزرعة صغيرة. وبعد غزو أراضيهم تحولت إلى صحارى، ولم يتم إصلاحها حتى الآن.

ومنذ ذلك العهد، عجل إنتشار الحضارة فى الصين -ومن حول البحر المتوسط، وشمالا فى أوروبا، ثم عبر المحيط إلى العالم الجديد- من نقص المساحات التى تغطيها الغابات، بازدياد السكان، وما تبع ذلك من استغلال وإتلاف للأرض، وعدم مراقبة صرف ماء المطر، وانخفاض مستوى الماء فى التربة.

وإن غابة وسط أوروبا العظمى، التى أستطاع جنود القيصر أن يمشوا فيها على أقدامهم مدة شهرين من غير الوصول إلى نهاية الشجر، كادت تختفى فى مدخل القرن التاسع عشر.

وخلال عشرات السنين، تم عكس التعرية التى يصنعها الإنسان فى الولايات المتحدة الأمريكية. ففى عام ١٩٦٠، زاد نمو الغابات الجديدة على قطعها منذ القرن السابع عشر. ، وفى إيطاليا وفى الأراضى المنخفضة، ثم عزل مئات الكيلو مترات من أراضى شاطىء البحر الجديدة الجافة، واستقطاعها من المحيط منذ الحرب العالمية الثانية.

ولكن فى نفس الوقت، عمل التوسع فى تكنولوجيا تزايد سكان العالم، على التعجيل من أستهلاك الإنسان لكل الموارد المعدنية.

وخوفا من أى جائحة قد تهدد الإنسان، نجد أنه لا سبيل إلى إيقاف ذلك. ويمكن أن تعطل موارد جديدة للطاقة من أستهلاك الوقود الأحفورى، ولكن لا سبيل إلا زيادة نهم العالم وجريه وراء البحث عن المواد الخام.

ومع ذلك، يجد بعض العلماء أملا فى الصخور ذاتها، ففى كل ١٠٠ طن من الصخور النارية، مثلا، توجد ثمانية أطنان من الألمونيوم، وخمسة أطنان من الحديد، ونصف طن من التيتانيوم، ونحو معشار طن من المنجنيز، مع مقادير أقل من الكروم، والنيكل، والفاناديوم، والنحاس، والتنجستين،والرصاص.

وفى طن واحد من الجرانيت، يوجد نحو عشرة جرامات من الثوريوم، وثلث هذا القدر من اليورانيوم، ولو أمكن استخدام قوى تعمل على فصل

واستخلاص كل هذه الخامات، لراح المجتمع الصناعى ينمو ويتزايد إلى ما شاء الله.

ولقد أبدى هاريسون براون، عالم الجيولوجيا فى معهد كاليفورنيا التكنولوجى، أن سكان العالم قد يصلوا فى النهاية إلى حالة من التعادل تقدر بنحو ٣٠ ألف مليون نسمة، «تستهلك الصخور بمعدل نحو ١,٣٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن فى العام».

ولو كان علينا أن نفرض أن بقية اليابسة فى العالم ممهدة لمثل هذا الأستهلاك، فعندئذ «يأكل» الإنسان فى المتوسط طريقه منحدرا إلى داخل الأرض بمعدل ٣,٣ ملليمتر فى العام، أو ما يربو ويزيد عن ٣ أمتار كل ألف عام. ويعطينا هذا الرقم فكرة عن معدل الاستهلاك، الذى قد يدنو منه البشر فى الأجيال القادمة، كما يعطينا فكرة عن طاقات الأستهلاك التى تقع تحت أيدى الجنس البشرى.

الفهرس

تابع الفهرس

تابع الفهرس